



Renere skibsfart - højtryks-SCR til NOX-fjernelse - Hvordan påvirker tryk den ellers kendte SCRteknologi?

Christensen, Steen Riis; Hansen, Brian Brun; Pedersen, Kim Hougaard; Jensen, Anker Degn

Published in:
Dansk Kemi

Publication date:
2018

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):

Christensen, S. R., Hansen, B. B., Pedersen, K. H., & Jensen, A. D. (2018). Renere skibsfart - højtryks-SCR til NO_x-fjernelse - Hvordan påvirker tryk den ellers kendte SCRteknologi? *Dansk Kemi*, 99(8), 20-22.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Dansk Kemi

Nummer 8 - November 2018 / 99. årgang

Kemisk Forening - Kemiingeniørgruppen

Stor international
kemifest i 2019

Bærbar partikelsensor til
måling af luftforurening

Naturens nanopumper fanget på film

INDHOLD



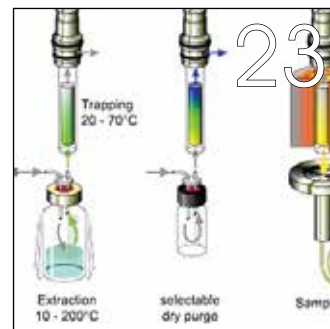
8



14



16



23

1 Forside:
Enkelt-molekyle mikroskoper bruger laserstråler som kraftige lyskilder. Foto venligst udlånt af Magnus Kjærgaard.
Læs mere side 12.

6 Stor international kemifest i år 2019
2019 vil blive præget af to vigtige jubilæer. IUPAC fylder 100 år, og det er 150 år siden, at Dmitrij Mendelejev fremlagde sit første tilløb til grundstoffernes periodesystem.

8 En Kemisk Byvandring i København
Det indre København er rigt på minder om dansk kemis historie. Dansk Selskab for Historisk Kemi inviterer på en kemisk byvandring.

10 Naturens nanopumper fanget på film
Avancerede mikroskoper tillader observation af enkelte molekylers bevægelser. Det er lykkedes en dansk forskningsgruppe at filme det protein, der transporterer Ca^{2+} ud af cellen, imens det pumper.

14 Fra kemiske til sociale interaktioner
- iClimate - et nyt klimacenter på Aarhus Universitet studerer årsager til og løsninger på klimaforandringer.

16 Fra Folkemøde til Big Data center
Til måling af lokal luftforurening har ENVs i samarbejde med AMS udviklet tre prototyper af bærbare partikelsensorer. De blev afprøvet på Folkemødet og efterfølgende valideret i forhold til nationale referenceinstrumenter.

20 Renere skibsfart - højtryks-SCR til NO_x -fjernelse
Hvordan påvirkes SCR-kemien af det høje tryk, som findes før turboladeren, og hvordan påvirkes SCR-katalysatoren af de høje svovlkoncentrationer i udstødningsgassen, også under øget tryk?

23 Online headspace ekstraktionsmetoder
Sammenligning af online headspace ekstraktionsmetoder til GC/MS ved analyser i et bredere molekylvægtssområde.

28 Køkkenkemisten:
Tilberedning af fonder og supper (100-120°C)
Læs om kunsten at lave den gode fond selv.

31 Det sidste nye fra IDA Kemi og Kemisk Forening

TechMedia

Naverland 35
2600 Glostrup
Telefon 43 24 26 28
info@techmedia.dk
www.techmedia.dk

Redaktion:
Katrine Meyn (ansvarshavende)
km@techmedia.dk
Lektor Søren Kiil
sk@kt.dtu.dk
Ph.d. Kristian B. Krogh
kbt@novozymes.com
Professor Henrik Skov
hsk@envs.au.dk
Maria Bech Poulsen
mabp@envs.au.dk

ISSN 0011-6335 (tryk)
ISSN 1902-360x (online)

Ledelse:

Adm. direktør Peter Christensen
Direktør Rikke Marott Schelde
Direktør Susanne Eine

Redaktionskomité:

Professor Anne S. Meyer (formand)
Professor, dr. scient. Mikael Bols
Professor Morten J. Bjerrum
(Kemisk Forening)
Lektor, dr. phil. Carl Th. Pedersen
Lektor, ph.d. Peter Szabo
(Kemiingeniørgruppen)
Professor, forskningschef Lars Wiebe
Lektor, civilingeniør, ph.d.
Merete Norsker Bergsøe
Vibeke Richter Foersom
(Næstformand, Kemilærerforeningen)
Konsulent Nikolai Stubkjær Nilsen
Procesindustrien
Seniorforsker, ph.d.
Peter Have Rasmussen
Gruppenleder, EHS, FMC site Rønland
Inge Margrethe Jensen
Fagkonsulent Mette Malmqvist

Bladsekretær/

Leverandørregister:
Heidi Thode
Tlf. 43 24 26 62
ht@techmedia.dk

Annoncer:

Jesper Bækmark
Tlf. 43 24 26 77
jb@techmedia.dk

Annonceproduktion:

Marianne Dieckmann
Tlf. 43 24 26 82
md@techmedia.dk

Hjemmeside:

www.kemifokus.dk

Layout:

Michael Barrett Boesen
Trykt på miljøvenligt
papir med vegetabiliske
miljøfarver.

Tryk:

PE Offset A/S

Abonnement:

Ændring/opsigelse sendes til:
abonnement@techmedia.dk
Bestil abonnement direkte på:
www.techmedia.dk

Oplag: 4.196
Online læsere: 2.138

Citater fra artikler i Dansk Kemi skal ske med tydelig kildeangivelse. Enhver form for gengivelse af artikler, herunder illustrationer, forudsætter udgiverens skriftlige tilladelse. Redaktionen kan ikke påtage sig ansvaret for materiale, der indsendes uopfordret.

UK: Huson European Media -
Tel.: (+44) 1932-564999
USA, New York: Huson International Media
Tel.: +1 212 268 3344
USA, California: Huson International Media
Tel.: +1 408 879 6666
Germany: Huson International Media
Tel.: (+49) 89-9500-2778



Scan og hent Dansk Kemi's
medieinformation 2019 her!
Hent QR Scanner,
hvor du normalt henter apps.

Ny messe

Laboratorie- og diagnostikbranchen lancerer ny messe i samarbejde med MCH.



Brancheforeningen DiaLab har i samarbejde med MCH Messecenter Herning skabt en helt ny fagmesse for laboratorie- og diagnostikbranchen. Messen er blevet døbt DiaLabXpo og afholdes første gang 24.-26. september 2019 i Lokomotivværkstedet i København.

En af de samarbejdspartnere, som står bag DiaLabXpo, er Morten Dyrner fra brancheforeningen DiaLab, som ser frem til at samle laboratorie- og diagnostikbranchen på en nytænkt platform:

- DiaLabXpo bliver et fælles fyrtårn i branchen, som virksomheder, faglige selskaber, organisationer og forskningsinstitutioner kan samles om både i København og Herning. Visionen er, at det bliver et mødested, som både er en faglig, og personlig berigelse for de besøgende, og derfor glæder vi os i, samarbejde med MCH, at invitere branchen indenfor til DiaLabXpo for første gang i 2019, siger Morten Dyrner, administrerende direktør i Holm & Halby og formand for udstillingsudvalget i brancheforeningen DiaLab.

Udover en stor udstillingsdel er det også ambitionen, at DiaLabXpo kommer til at indeholde medlemsmøder for forskellige diagnostisk faglige selskaber, politiske paneldiskussioner,

trendforedrag, faglige shows, konkurrencer, netværksområder, underholdning samt branchefest og meget mere.

Årligt tilbagevendende begivenhed

DiaLabXpo skal afholdes én gang om året; i ulige år afholdes messen i Københavnsområdet, mens den i lige år afholdes i MCH Messecenter Herning sammen med fødevareteknologimessen FoodTech, hvor det nuværende FoodLab-koncept fremover bliver en del af DiaLabXpo og det udvidede fokus på laboratorie- og diagnostikbranchen.

I MCH A/S glæder man sig over det nye samarbejde:

- Vi glæder os over branchens ønske om en ny messe og vil gøre os umage for at leve op til den tillid, som vi er blevet vist, siger Georg Sørensen, administrerende direktør i MCH A/S og roser samtidig branchens store engagement i udviklingen af den nye fagmesse.

- DiaLab er en spændende og engageret partner, og vi ser frem til at udvikle samarbejdet og i fællesskab præsentere et nytænkt og aktivt mødested for laboratorie- og diagnostikbranchen.

Læs mere på www.dialabxpo.dk.

ATV

Akademiet for de
Tekniske Videnskaber

Indstil kandidater til Den danske polymerpris – ATV | Elastyrenprisen 2019

Den danske polymerpris – ATV | Elastyrenprisen uddeles hvert år til en forsker, der har udmærket sig gennem nytænkning og markante resultater inden for kemisk forskning i og udvikling af syntetiske eller biologiske polymerer til medicinsk anvendelse.

Forskere fra såvel universiteter som det private erhvervsliv kan komme i betragtning.

Prisen er på 100.000 kroner og uddeles på ATV's årsmøde. Prisen gives som en personlig anerkendelse og kan deles mellem flere prismodtagere.

Indstilling eller ansøgning sendes senest fredag den 22. februar 2019 til ATV på atvmail@atv.dk

Yderligere oplysninger ved henvendelse til chefsekretær Lise Thurmann på telefon **45 88 13 11** og på www.atv.dk

“**Kurt Vesterager Gothelf er en pionér inden for forskning i at anvende polymerer i nanoteknologi ved at modificere og forme livets vigtigste polymer, DNA.**”

FRA PRISKOMITEENS BEGRUNDELSE FOR AT TILDELE PRISEN I 2018 TIL PROFESSOR KURT VESTERAGER GOTHELF, INSTITUT FOR KEMI, INANO, AARHUS UNIVERSITET





Naturvidenskaben hører med til almen dannelse

” Vi har som forskere og kemikere en forpligtelse til at tage del i den offentlige debat

Der tales ofte i medierne og blandt folk om dannelse eller almen dannelse; men hvad er dannelse? Slår man op i Ordbog over det danske sprog, der er den mest udtømmende beskrivelse af danske ords betydning, finder man om dannelse flg.: *dannelse er alment kendskab til især kulturelle områder som for eksempel kunst, sprog, litteratur, musik og historie forbunden med en fremskreden åndelig udvikling og en kultiveret optræden og levevis opnået som resultat af god uddannelse og opdragelse*. Ikke et ord om naturvidenskab. Skal man nævne nogle navne, som man forventer den dannede kender, bliver det for eksempel Beethoven, Kirkegaard, Gauguin, Thomas Mann; men en total mangel på kendskab til Arkimedes, Mendel, Newton, Einstein og Bohr er ikke tegn på manglende dannelse. Man behøver heller ikke at vide, hvad en kvadratrods, en cellekerne eller en elektron er for at være dannet.

Man må undre sig over, at det er sådan. Det moderne velfærdssamfund er bygget på naturvidenskaben og dens udvikling siden antikken. Især matematikken, fysikken og kemien har spillet en stor rolle. Naturvidenskaben har også tidligere været højt estimeret. Hvad er gået galt, når naturvidenskaben og især kemien af mange nu betragtes som årsagen til mange af de problemer, det moderne samfund slås med i dag og slet ikke forbindes med den behagelige tilværelse, vi har i nutiden. Det skyldes formentligt, at naturvidenskaben er blevet identificeret med anvendelsen af dens resultater, der blandt andet har givet anledning til miljøproblemer ved den udbredte brug af plastic. Den forøgede CO₂-udledning fra industrielle aktiviteter og de deraf afledte klimatiske forandringer. Den tidligere debat omkring sikkerheden ved anvendelse af atomkraft har uden tvivl også været medvirkende til det dårlige image, hvor naturvidenskabens resultater ofte bliver udpeget som skurken, når noget går galt. Den manglende forståelse for naturvidenskaben skyldes formentligt også, at den i dag er meget kompliceret og derfor vanskelig at forklare og forstå for befolkningen.

Det gælder for alle gode tiltag, at de kan misbruges; men det betyder jo ikke, at de af den grund er dårlige og ligegyldige. Naturvidenskabens resultater er blevet anvendt til blandt andet krigsformål. Man har brugt kemiens resultater til fremstilling af bomber og krigsgasser. Kernefysikkens resultater blev anvendt til konstruktion af atombomben. Skulle man hellere have undladt at forske i dette og så måske ikke have haft penicillin og andre lægemidler eller ikke ville have haft isotoper til behandling af cancer? Mange tænker formentligt ikke på, at en række af de midler, man i dag anvender i kemoterapien, er videreudviklet ud fra sennepsgas, en af de første krigsgasser - nej, vi skal ikke indføre censur på forskningen; men vi har som forskere og kemikere en forpligtelse til i højere grad at tage del i den offentlige debat i medierne om disse problemstillinger.

Tv og internettet er i dag de vigtigste midler til at forme befolkningens opfattelse. Hvorfor er naturvidenskaben så nærmest ikke eksisterende i disse medier? Det skyldes blandt andet, at meget få journalister har den fornødne naturvidenskabelige baggrund til at kunne skildre naturvidenskaben på tv og på internettet og i de trykte medier. Medierne har også en forpligtelse til i højere grad at være åbne over for at stille spalteplads til rådighed for forskerne. De fleste forskere har på den anden side for ringe journalistisk baggrund til at skildre naturvidenskaben, så den bliver spændende. Forskerne er nødt til at acceptere, at man ikke, som man gør, når man publicerer forskningsresultater, kan dokumentere alt.

Der bør i langt højere grad indgå journalistiske elementer i de naturvidenskabelige uddannelser, der sætter forskerne i stand til at sælge deres forskning. Før det sker, bliver naturvidenskab ikke en del af den almene dannelse.

Carl Th. Pedersen, Institut for fysik, kemi og farmaci,
SDU, Odense

Double Beam UV-Vis/NIR

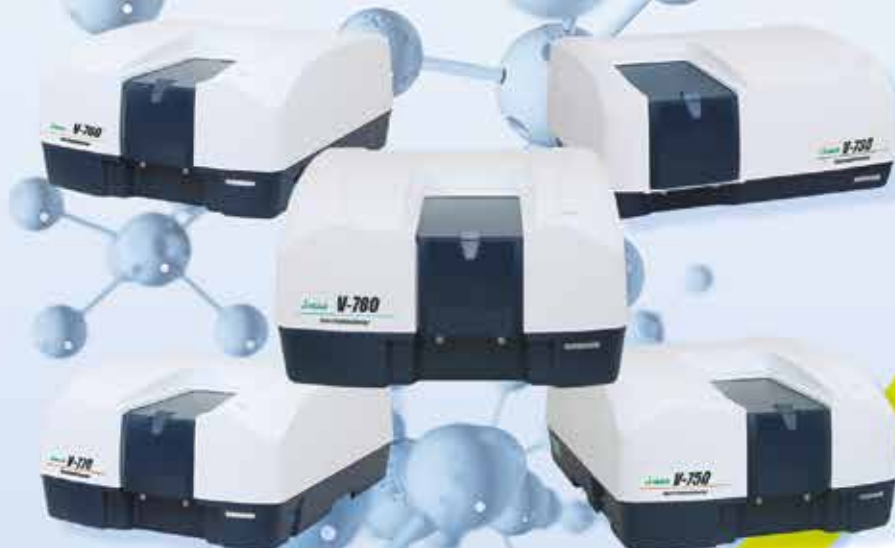
“One-Drop” & Integrating Spheres accessories

Absolute Reflectance accessory

IQ Accessory recognition

V-780 – Unique High Sensitivity NIR

Simultaneous Dual Wavelength Measurement



V-700 Series ... UV-Vis/NIR Spectrophotometers



Biolab A/S
Sindalsvej 29
DK-8240 Risskov

Telefon 8621 2866
E-mail: sales@biolab.dk



Stor international kemifest i år 2019



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



2019
IYPT
International Year
of the Periodic Table
of Chemical Elements

Af Jesper Bendix og Ture Damhus

I året 2019 har kemien i hvert fald to vigtige jubilæer at fejre. Det er 100 år siden, at IUPAC, *International Union of Pure and Applied Chemistry*, blev grundlagt; og det er 150 år siden, at Dmitrij Mendelev fremlagde sit første tilløb til grundstoffernes periodesystem. Mendelevs systematisering baserede sig på atommasser, som sammen med kemisk nomenklatur havde været hovedemnerne for den første internationale kemikerkongres afholdt i 1860 i Karlsruhe. Den blev den første i en række af kongresser, der er blevet karakteriseret som ophavet til dansen af IUPAC [1]. De nøjagtigt 50 år mellem Mendelevs publikation(er) og IUPAC's grundlæggelse giver mulighed for en fælles markering af de to delvist forbundne begivenheder.

IUPAC har sammen med en række andre internationale organisationer, herunder EuChemS, foreslået, og FN og UNESCO vedtaget, at erklære 2019 for *The International Year of the Periodic Table of Chemical Elements* (IYPT, www.iypt2019.org). Sidst vi fejrede kemien ved et tilsvarende internationalt år, var i 2011, der simpelthen var udråbt til *Kemiens År* (IYC, se for eksempel www.un.org/en/events/chemistry2011). Dansk Kemi bragte en række artikler i den anledning, en eller flere hver måned, som blandt andet berettede om de mange kemiårsaktiviteter på dansk jord. En masse stof om dansk kemi og danske kemikere blev samlet og bragt i bladet og en god del af det udgivet i bogform [2].

Periodesystemets År vil officielt blive åbnet under stor festivitas i UNESCO's hovedkvarter i Paris 29. januar 2019 og afsluttet ved en ceremoni i Japan i december 2019.

IUPAC's hundrede år vil blive behørigt fejret i forbindelse med organisationens *General Assembly* og kongres i Paris i juli 2019 (<https://iupac.org/event/iupac-2019-paris-france>).

IUPAC har som en primær del af sin mission (men absolut ikke den eneste) at medvirke til at forbedre kommunikationen i kemikersamfundet. Her er det vigtigt med både konsistent kemisk nomenklatur i konventionel forstand (som kan skrives og læses af mennesker) og med kodningssystemer, der kan håndtere kemiske strukturer på en måde, der er velegnet til arbejde i databaser og chemo/bioinformatik og til kommunikation mellem computere. Disse aspekter forfølges alle i IUPAC's Division VIII (Chemical Nomenclature and Structure Representation).

I Dansk Kemi vil vi markere de internationale aktiviteter næste år ved dels at bringe en artikelserie forfattet af Jesper Bendix, der illustrerer periodesystemets aktualitet som redskab i systematiseringen af kemien, dels en artikelserie af Ture Damhus med flere, som ud over en introduktion til IUPAC causerer over aktuelle problemstillinger, som optager enten førnævnte Division VIII eller Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg for tiden.

En dansk version af IUPAC's standard-periodesystem med de 18 grupper, som vandt almindelig accept i 90'erne, kan ses på webstedet Dansk Kemisk Nomenklatur (<http://www.kemisknomenklatur.dk>).

E-mail:

Jesper Bendix: Bendix@kiku.dk

Ture Damhus: turedamhus@outlook.dk

Referencer

1. A.J. Ihde: The Karlsruhe Congress: A centennial retrospective. *J. Chem. Educ.* 38 #2 (1961) 83.
2. Aspekter af dansk kemi i det 20. og 21. århundrede [B.R. Larsen, O.V. Nielsen, T. Damhus, S.R. Ahl, red. Kemiforlaget 2012. 200 pp. ISBN 988-87-89782-31-7].

Incoming material inspection

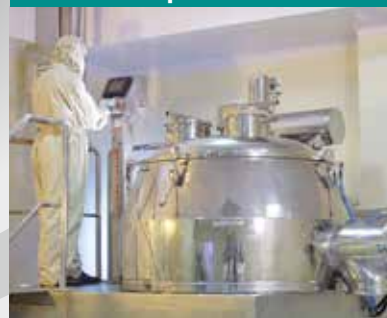


Final quality control



**Metrohm
NIR and Raman
Analyzers**

Process monitoring and optimization



Metrohm – NIR (Nær-infrarød) og Raman spektroskopi

Det rigtige valg til råvare-, proces- og kvalitetskontrol

Hastighed, alsidighed, anvendelsesfokus og compliance - Dette er essensen af **Metrohms** spektroskopi-løsninger. Vores ekspertise inden for spektroskopi går mere end 50 år tilbage, hvilket fremgår af mange etablerede patenter. Resultatet

er en omfattende portefølje af NIRS laboratorie- og proces spektrometre samt håndholdte Raman spektrometre i smartphone størrelse. **Metrohm** imødekommer derfor både udfordringer i laboratoriet og produktionen.

Kontakt vores NIR/Raman team for yderligere oplysninger:
Esben Dam (tlf: 41969614; esben.dam@metrohm.dk) eller
Allan Hansen (tlf: 41969613; allan.hansen@metrohm.dk)

 **Metrohm**
Nordic

En Kemisk Byvandring i København

Det indre København er rigt på minder om dansk kemis historie. Dansk Selskab for Historisk Kemi inviterer på en kemisk byvandring.

Af Sven Harnung og Helge Kragh

Vi starter vores tur ved Sølvtorvet ved indgangen til, hvad der engang var den nye Polyteknisk Lærestanstalt. Den imponerende bygning blev under stor festivitas og med kongelig deltagelse indviet den 1. september 1890 og for alvor taget i brug et års tid senere. Indtil for nylig var der i gården opstillet to store bronzestatuer, den ene af lærestanstaltens grundlægger H.C. Ørsted (1777-1851) og den anden af dens daværende direktør, den kendte kemiker Julius Thomsen (1826-1909). De er nu lagt i mølpose og deres fremtidige hjem er endnu ikke bestemt. I perioden 1917-1988 var der desuden en statue af Ole Rømer (1644-1710), der siden blev flyttet til Københavns Vestskov nær ved Kroppedal Museum. Lærestanstaltens kemifløj indeholdt Kemisk Laboratorium A (uorganisk kemi) samt afdelinger for



Figur 1. Polyteknisk Lærestanstalt ved Sølvtorvet ca. 1900. I baggrunden til venstre skimtes det astronomiske observatorium.

organisk kemi og fra 1908 også fysisk kemi. Lederen af sidstnævnte afdeling var Johannes N. Brønsted (1879-1947), der arbejdede her indtil 1928, da der blev opført et nyt Fysisk-Kemisk Institut på Blegdamsvej. Også fysik var naturligvis repræsenteret, først med Christian Christiansen (1843-1917) og fra 1916 til 1921 desuden med den unge Niels Bohr (1885-1962), der her arbejdede under ret kummerlige forhold og uden at have rådighed over et laboratorium. Men det forhindrede ham ikke i at udvikle sin kvanteteori for atomets struktur og i den forbindelse at levere den første gode forklaring på det periodiske system. Efter en ganske kort tur når vi til Øster Voldgade 5, hvor vi i Geologisk Museums gård stifter bekendtskab med den store grønlandske jernmeteorit kendt som Agpalilik, som i 1963 blev fundet af metallurgen og meteoritforskeren Vagn F. Buchwald (f. 1929). Inde i bygningen havde Universitetets Kemiske Laboratorium til huse. Vi nyder Per Kirkeby's pragtfulde "Verdensbillede" og besøger auditoriet, hvor der var kemiske forelæsninger indtil 1962, da universitetskemien flyttede til det nye H.C. Ørsted Institut i Universitetsparken.

Mellem alkymi og kemi

Lige ved siden af Geologisk Museum, i hjørnet af Botanisk Have, lå det gamle Astronomisk Observatorium, der blev indviet 1861 som erstatning for Rundetårn. Astronomiprofessoren Elis Strömberg (1870-1947) havde senere sin lejlighed i den smukke observatoriebygning, og det var her, at Albert Einstein (1879-1955)



Figur 2. Fra det kemiske laboratorium på Øster Voldgade, formetligt fra 1920'erne.

overnattede i 1920, da han var inviteret af Astronomisk Selskab og for første og sidste gang besøgte Danmark. Foran bygningen har vi H.W. Bissens statue af den verdensberømte Tycho Brahe (1546-1601), der, ud over at være en innovativ astronom, også beskæftigede sig seriøst med kemi i den såkaldte hermetiske eller paracelsiske tradition, der inkluderede en god dosis alkymi. I kælderen på Uraniborg på Hven havde Tycho indrettet et stort laboratorium, hvor han lavede en lang række eksperimenter, men uden at offentliggøre dem.

Efter at have krydset Øster Voldgade kommer vi til det prægtige Rosenborg og den elegante park Kongens Have, der i 1600-tallet var sæde for en god portion kemisk og alkymistisk aktivitet. Christian IV's hofkemikere Peter Payngk (1575-1645) og Caspar Herbach (ca. 1600-1664) havde i Rosenborgs kælder et "smeltehus" og i hjørnet af haven, der nu er eksercerplads for Livgarden, var der et "destillerhus". Her blev fremstillet parfumer, salver og medicinske eliksirer, og især undersøgte man norske mineraler for sølv og guld. Faktisk udvandt man en lille mængde rent guld, der blev smeltet til dukater, mens alkymistiske forsøg på at lave guld mærkeligt nok ikke lykkedes.

Skidenstræde og Borchs Kollegium

Efter at have passeret Gothersgade går vi mod Købmagergade og Rundetårn, lige i byens hjerte. På adressen Købmagergade 50, nabo til Rundetårn, lå fra 1779 til omkring 1880 den første Kongelige Porcelænsfabrik, der havde sin baggrund i den proces, farmaceuten og kemikeren Frantz Henrich Müller (1732-1820) udviklede nogle år tidligere. Fabrikation og udsalg af det kongelige porcelæn blev senere flyttet til Frederiksberg. Videre går det, nu til Store Kannikestræde lige overfor restauranten Det Lille Apotek, hvor Collegium Mediceum blev oprettet i 1691



Figur 3. Baggården i Thotts Palæ, hvor Ørsted holdt forelæsninger. Maleri fra 1840 af J. Vermehren.

som en testamentarisk gave fra den lærde og alsidige professor Ole Borch (1626-1690). Ved den store brand i København i 1728 gik kollegiet til grunde, for derefter at blive genopbygget og igen brændt ned ved det engelske bombardement af byen i 1807. Den nuværende bygning er fra 1825, men i gården findes stadig den lille bygning, hvor Borch formentlig lavede sine kemiske eksperimenter. I kemihistorien er han blandt andet kendt for at have vist, at salpeter ikke er brændbart, men

ved opvarmning udvikler en gas - som et århundrede senere blev identificeret som det nye grundstof oxygen.

På den videre tur stopper vi ved Skindergade 38, hvor mange vil huske, at Struers Chemiske Laboratorium lå. Denne virksomhed, der har spillet en betydelig rolle i dansk kemisk forskning og undervisning, blev oprettet i 1875 af forretningsmanden og kemikeren Holger F. Struer (1846-1931). Dernæst går vi langs Krystalgade eller hvad der indtil 1818 hed Skidenstræde. Det var her, landets første universitetslaboratorium for kemi - og vist nok det første af slagsen i Europa - blev oprettet i 1778 under navnet Laboratorium Chymicum. På den tid var der dog ingen uddannelse i kemi, der hovedsageligt var et hjælpefag for medicin. Laboratoriets første bestyrer var Morten Brünnich (1737-1827), der var professor i naturhistorie og mineralogi, men uden synderlig interesse for kemien.

På historisk grund i Nørregade

Når vi passerer pladsen mellem universitetets hovedbygning og domkirken, ser vi en række buste af ærværdige professorer, hvoriblandt ingen dog er kemikere. Bygningen Nørregade 21 var 1819-1823 udlejet til Universitetet, der ikke længere kunne benytte lokaler i det Thottske Palæ ved Kongens Nytorv, hvor Ørsted i en periode holdt forelæsninger. Man brugte så snedkermester Pingels gård i Nørregade til midlertidige kemi- og fysiklaboratorier. William Zeise (1789-1847) var i 1822 blevet udnævnt til ekstraordinær professor i kemi. I laboratoriet i Nørregade underviste han i kemi og lavede de eksperimenter, der førte til hans opdagelse af xanthogenforbindelser. Endnu vigtigere, så var det også i Nørregade 21, at Ørsted i 1820 opdagede den fundamentale sammenhæng mellem elektricitet og magnetisme, eller hvad han kaldte den "elektriske Vexelkamp". Vi kan snart fejre 200-året for hans mageløse opdagelse.

I 1823 blev et nyt kemisk laboratorium indrettet i gården ved Studiestræde 6, hvor Ørsted også fik den privatbolig, han boede i til sin død. De eksperimenter, der i 1825 førte Ørsted til den første fremstilling af metallisk aluminium, blev foretaget i Studiestræde, hvor laboratoriet fra 1829 også blev benyttet til den i dette år grundlagte polytekniske læreanstalt. Det var også her, at



Figur 4. Det oprindelige Borchs Kollegium i stik fra 1696.



Figur 5. Universitetets kemilaboratorium i studiegården som vist i fotografi fra 1913.

geologen og kemikeren J. Georg Forchhammer (1794-1865) først undersøgte den praktiske udnyttelse af det grønlandske mineral kryolit, hvilket ad omveje førte til Thomsens vigtige opfindelse fra 1852 af en ny metode til industriel fabrikation af soda.

Et nyt kemisk laboratorium

På vej mod Ny Vestergade passerer vi ved Holmens Kanal indgangen til Prinsens Palæ, der stammer fra 1746. I perioden 1855-1899 havde Videnskabernes Selskab sit mødelokale her, hvorefter møderne fandt sted i den nye bygning over for Glyptoteket, der blev bekostet af Carlsbergfondet. Blandt de ledende kemiske medlemmer af Selskabet var især Thomsen og S.M. Jørgensen (1837-1914), der i Prinsens Palæ begge gav vigtige meddelelser om deres kemiske arbejder inden for henholdsvis termokemi og komplekse forbindelsers struktur. Thomsen virkede fra 1888 til sin død endda som Selskabets præsident. Et andet vigtigt medlem var kemikeren Christen T. Barfoed (1815-1889), der fra starten var medlem af, og senere formand for, Carlsbergfondets direktion.

Endelig slutter vi byturen ved Ny Vestergade 11, lige omkring hjørnet og overfor Nationalmuseets hovedindgang. I hverdagen kan man komme ind i baggården, hvor det kemiske laboratorium lå fra 1859 til 1892. Laboratoriet, der blev benyttet af både Universitetet og Polyteknisk Læreanstalt, blev beskrevet af kemiprofessoren Edvard Scharling (1807-1866) i et interessant skrift fra 1859. Thomsen havde sin professorbolig i bygningen, der senere blev overtaget af dyrefysiologen og nobelpristageren August Krogh (1874-1949), der sammen med sin kone Marie Krogh (1874-1943) arbejdede her fra 1910 til 1928. På facaden er en mindeplade om Krogh, mens Thomsen ikke er nævnt.

E-mail:

Sven Harnung: harnung@kiku.dk

Helge Kragh: helge.kragh@nbi.ku.dk

Læs videre

H.H. Kjølser, Fra Skidenstræde til H.C. Ørsted Institutet. Gjellerup 1965.
K.A. Jensen, Københavns Universitet 1479-1979, bd. 13, pp. 427-570. Gad 1983.
S. Veibel, Kemien i Danmark. Nyt Nordisk Forlag Vol. I-II 1939 og Vol. III 1968.

Naturens nanopumper fanget på film

Avancerede mikroskoper tillader observation af enkelte molekylers bevægelser. Det er lykkedes en dansk forskningsgruppe at filme det protein, der transporterer Ca^{2+} ud af cellen, imens det pumper. På sigt kan disse enkelt-molekyle målinger bidrage til at forstå sygdomsforårsagende mutationer.

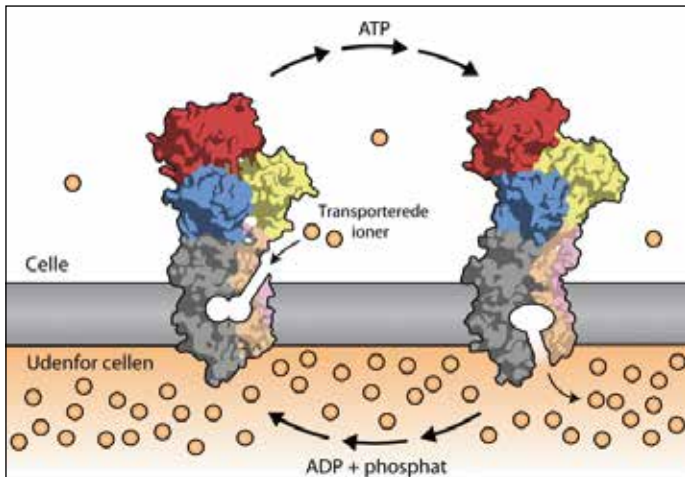
Af Mateusz Dyla og Magnus Kjærgaard, Aarhus Universitet

Levende organismer er langt fra ligevægt. Cellemembraner på et par nanometers tykkelse adskiller koncentrationsforskelle af ioner, der kan være på flere tusinde-fold. Disse gradienter gør det enormt favorabelt at transportere en ion fra en høj til en lav koncentration. Dette udnyttes overalt i biologien til at drive ufavorable biologiske processer.

Mange processer drives af ion-gradienter, men vores laboratorie er primært interesseret i hjernens signalering. Celler sender kemiske signaler til hinanden ved hjælp af molekyler, som kaldes neurotransmittere. Når den modtagende celle har opfanget signalet, skal neurotransmitteren fjernes hurtigst muligt. Dette sker ved hjælp af en gruppe af membranproteiner, som kobler optagelsen af neurotransmitteren med optagelsen af en natrium-ion. Det er mere favorabelt at optage natrium-ionen end det er ufavorabelt at optage neurotransmit-



Figur 1. Enkelt-molekyle mikroskoper bruger laserstråler som kraftige lyskilder. Her er et af instrumenterne fra iNANO ved Aarhus Universitet.



Figur 2. Ionpumper kan opbygge store koncentrationsforskelle henover en celledens membran ved at gennemgå en cyklus af strukturaendringer, der skiftevis åbner en ion-bindingslomme til inder- og ydersiden.

teren, og derfor kan processen forløbe uden yderligere forbrug af energi.

I den modtagende nervecelle vil neurotransmitteren oftest aktivere en ionkanal. Ionkanalen er et membranprotein, der fungerer som en midlertidig passage for en bestemt type ioner. På grund af den store koncentrationsforskel vil ionerne hurtigt strømme ind i cellen. Nogle typer ioner som for eksempel calcium, binder til proteiner i cellen og igangsætter dermed en

række biokemiske processer. Andre ioner, som for eksempel natrium og kalium, løber over membranen i så stort antal, at de midlertidigt ændrer den elektriske spænding hen over membranen. Denne spændingsændring kan forplante sig igennem celler og er hjørnestenen i nervesystemets kommunikation.

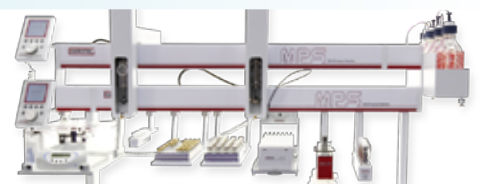
Alle disse processer lader ioner løbe fra høj til lav koncentration. Dermed nedbryder de langsomt koncentrationsforskellene over membranen. Det svarer til en utæt jolle, der konstant tager vand ind. Den kan kun holdes oven vande ved konstant at øse vand ud. På samme måde er cellen konstant nødt til at pumpe ioner ud. Og ligesom den utætte jolle koster det meget energi.

Molekylære pumper

Jens Chr. Skou opdagede et protein, der transporterer natrium ud og kalium ind i cellen. En opdagelse, der i 1997 blev belønnet med Nobelprisen i kemi. Siden har man opdaget, at denne pumpe blot er et medlem af en stor familie af membranproteiner, der transporterer metal-ioner, protoner og endda lipider.

Røntgenkrystallografi har afsløret mange detaljer om, hvordan pumperne fungerer på molekylært plan. Krystallografi kan lave en 3D-model, hvor man kan se hvert af de ca. 15.000 atomer i proteinet. Denne type studier har vist, at pumperne virker ved at åbne en ion-bindingslomme skiftevis indad og udad. Når pumpen bryder de energirige bindinger i ATP, forårsager det strukturelle ændringer i pumpen, der samtidigt åbner bindingslommen og ændrer styrken af pumpens ion-binding. Når disse strukturelle ændringer sker i den rigtige rækkefølge, flyttes ioner over membranen i en retning.

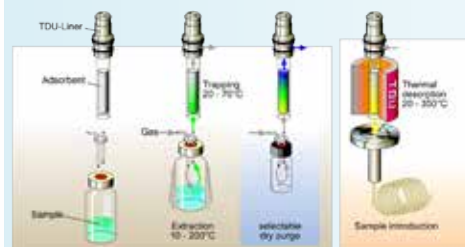
GERSTEL



Automatiseret

Dynamisk Headspace

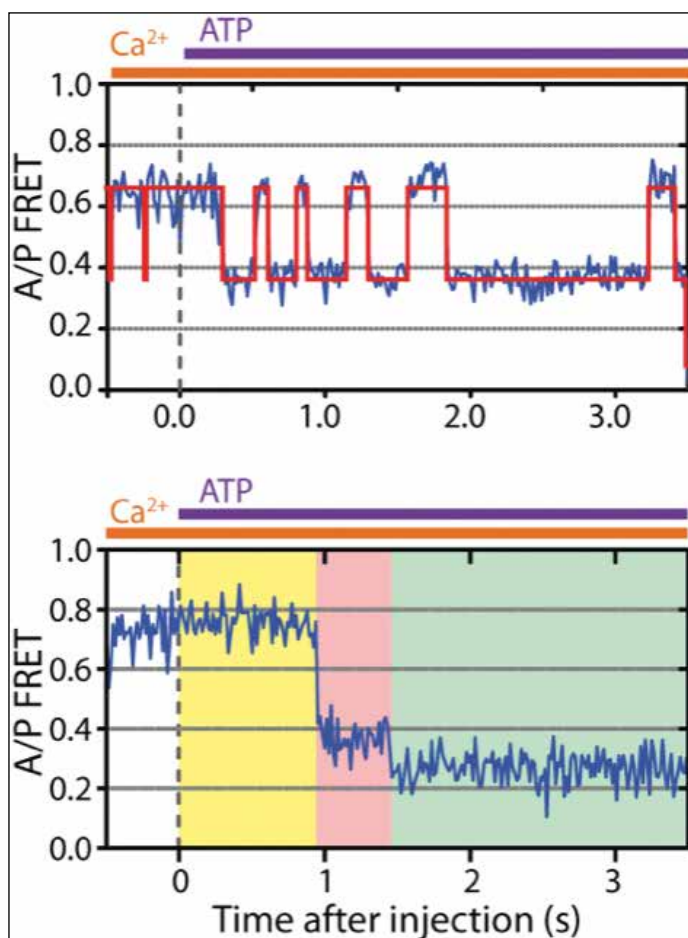
- til GC og GCMS
- ppt niveau
- følsomhed 50 x statisk headspace
- følsomhed 10 x SPME
- DHS - large volume
- mulighed for DHS-FE



MSCi Bøgesvinget 8 DK-2740 Skovlunde +45 44 53 93 66 info@msconsult.dk www.msconsult.dk

Der er dog en grundlæggende begrænsning ved at studere proteiners mekanisme ved hjælp af krystallografi: Man kan kun lave modeller, hvor proteinet står stille. Hvis man forestiller sig en gammeldags vandpumpe, så svarer det til, at man kan tage et billede, når håndtaget er oppe eller nede. Men man kan aldrig få en video, mens der pumpes. For pumper er det bevægelserne, der definerer funktionen, og derfor kan den beskrives meget bedre ved en video frem for enkeltbilleder.

Forudsætningen for at se et molekyles bevægelser direkte er, at man har en teknik, der er følsom nok til at se enkelte molekyler. De fleste eksperimentelle teknikker måler på milliarder af molekyler samtidigt. Da molekylerne ikke bevæger sig i takt, vil sådanne gennemsnitsmålinger udviske informationen om bevægelsen. Fluorescensmikroskopi er følsomt nok til at "se" et enkelt molekyle, og kan bruges til at måle bevægelser i et enkelt molekyle. Fornyligt har vi brugt denne teknik til at filme ionpumper, imens de pumper [1].



Figur 3. Enkelt-molekyle målinger af afstande internt i et enkelt molekyle vha. FRET. De abrupte ændringer i FRET-værdien svarer til skift imellem tilstande, hvor pumpen er åben indad og udad.

Pump fiction

Vi ville gerne bruge enkelt-molekyle-studier til at besvare en række uafklarede spørgsmål omkring pumpernes funktion. Først og fremmest ville vi gerne forstå, hvordan de pumper i en retning. Da pumperne skal kunne opbygge koncentrationsforskelle på flere tusinde fold, ville det være ødelæggende, hvis de kører en lille smule i den forkerte retning.

Vi forventede, at pumpens retning var bestemt af kløvnin-gen af den energirige binding i ATP. Det viste sig dog ikke at

holde stik. Til vores store overraskelse viste det sig, at proteinet kan kløve bindingen i ATP for derefter at genskabe den igen. Proteinets kan dermed genskabe sit kemiske brændstof, hvilket svarer til en motor, der laver benzin ved at køre baglæns! I stedet bliver pumpens cyklus irreversibel i det øjeblik, den giver slip på det brugte ATP.

Vi kender flere mellemstadier i pumpernes cyklus, men det er umuligt at se, om man har beskrevet alle tilstande, før man ser, hvordan proteinet bevæger sig. For eksempel var det blevet foreslået, at proteinet ventede i et stadie, hvor det hverken var åbent indad eller udad, hvilket dog aldrig var blevet observeret direkte. Ved at sænke pumpens hastighed kunne vi se dette stadie direkte i vores målinger. Dette mellemstadium svarer til det sidste punkt i cyklussen, hvor pumpen stadig kan vende om og køre baglæns.

Hvor ofte en celle kan sende signaler, afhænger blandt andet af, hvor hurtigt den kan re-etablere sine ion-gradienter. Derfor var det også vigtigt at forstå, hvad der begrænser, hvor hurtigt pumpen kan køre. Det er det langsomste trin i processen, der afgør, hvor hurtigt pumpen kan køre. Ved at følge pumpens bevægelser kunne vi måle, hvor længe hvert trin tager, og dermed bestemme, hvad der er det begrænsende trin. Overraskende nok sker de store ændringer af molekylets struktur næsten øjeblikkeligt. I hvert fald hurtigere end vores kamera kan følge med til. Vi fandt, at det begrænsende trin rent faktisk var kemien i overførslen af en fosfat-gruppe fra ATP til pumpen.

"Og hvad kan man så bruge det til?"

Vi er alle født med omkring 50 nye ændringer i vores genom oveni dem, vi arver fra vores forældre. Af og til rammer sådanne mutationer et gen, som indeholder instruktionerne til et vigtigt protein som for eksempel en ionpumpe. En enkelt mutation kan ødelægge pumpen, så den ikke kan pumpe rigtigt. Dette kan ændre ionbalancen i vores celler og forstyrrer dermed indirekte alle processer, der udnytter ion-gradienter.

Fornyligt er det blevet opdaget, at muterede ionpumper er skyld i flere genetiske sygdomme som for eksempel halvsidig migræne og en aggressiv form for Parkinsons. Hvis man havde et lægemiddel, der kunne rette op på pumpens funktion, så kunne det være en effektiv behandling. Forudsætningen for kunne udvikle sådan et molekyle er, at vi præcist forstår, hvilken effekt mutationerne har. Vi håber, at enkelt-molekyle-målinger af ionpumper kan bidrage til at forstå, hvordan mutationer påvirker pumpernes egenskaber.

Før vi kan teste effekten af mutationer, har vi dog et stykke grundvidenskabeligt arbejde foran os. Af tekniske årsager blev vores første enkelt-molekyle målinger lavet på en calciumpumpe fra bakterien *Listeria*. For at vi kan teste effekterne af sygdomsmutationer, bliver vi først nødt til at kunne lave samme type målinger i de tilsvarende proteiner fra pattedyr. Samtidig vil vi gerne kunne måle på flere forskellige typer af pumper. Derfor arbejder vores forskningsgruppe i øjeblikket på at udføre samme type forsøg på forskellige typer af pumper.

Enkelt-molekylestudierne blev startet i grundforskningscenteret Pumpkin, og videreført med støtte fra blandt andet Lundbeckfonden og Det Frie Forskningsråd.

E-mail:

Magnus Kjærgaard: magnus@inano.au.dk

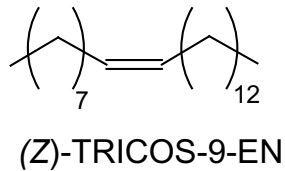
Originalartikel

I. Dyla, M. et al. *Nature* 551, 346–351 (2017)

Nyt om ...

... Humlebier efterlader fodspor

Humlebier afsætter duftende fodspor på de blomster, de besøger. Sporet er så kraftigt, at det kan registreres 24 timer efter, det er afsat. En humlebi er i stand til at skelne mellem sine egne duftspor, en anden humlebis fra dens egen bo og et fodaftryk afsat af en



humlebi fra et fremmed bo. Duftstofferne i fodsporene består af langkædede carbonhydrider, som det viste (Z)-tricos-9-en. Forholdet mellem koncentrationen af de forskellige carbonhydrider i fodsporet identificerer det enkelte individ.

Carl Th.

Bumblebees can discriminate between scent-marks deposited by conspecifics. *Scientific Reports*, 2017, 7:43872, DOI: 10.1038/srep43872.



Tak og på gensyn

29. sept. - 1. okt. 2020



Stort tak til alle udstillere og besøgende for en fantastisk messe. Vi glæder os til at byde jer velkommen på FoodTech den 29. september - 1. oktober 2020.

Tak og på gensyn til FoodTech 2020
- hvor hele fødevareindustrien mødes.

FOODTECH
PROCESSING & PACKAGING | 13 - 15 NOVEMBER 2018

Fra kemiske til sociale interaktioner

- iClimate - et nyt klimacenter på Aarhus Universitet studerer årsager til og løsninger på klimaforandringer.

Af Frederik Strykowski Rose Bjare og Gitte Brandt Hedegaard, iClimate Centermanagement, Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet

iClimate er et nyt interdisciplinært center på Aarhus Universitet, der med otte forskellige institutter forener videnskaber så forskellige som kemi og sociologi i forsøget på at levere den nødvendige viden og de løsninger, der skal til for at imødegå nutiden og fremtidens klimaforandringer, <http://iclimate.au.dk/>. iClimate blev oprettet i december 2017 som et af Aarhus Universitets seks nye tematiske centre, <http://scitech.au.dk/en/research/interdisciplinary-thematic-centres/>, som alle har til formål at udvikle løsninger på verdens "Grand Challenges" - tidens store samfundsmæssige udfordringer.

De 17 verdensmål og vores klima

I FN har man defineret 17 verdensmål, som frem til 2030 skal sætte kursen mod en mere bæredygtig udvikling for både mennesker og planeten, vi bor på, <https://www.verdensmaalene.dk/>. Mål nummer 13 handler om den globale klimainsats, og det er netop denne, iClimate centrerer sine aktiviteter omkring. Ikke desto mindre er de globale klimaudfordringer så omfattende, at de griber ind i adskillige af de øvrige 16 verdensmål som for eksempel mål nr. 2 "stop sult", mål nr. 6 "rent vand og sanitet", mål nr. 7 "bæredygtig energi" osv.

I 2015 sammenfattede den canadiske forfatter Margaret Atwood dette så fint: "I think calling it climate change is rather limiting. I would rather call it the everything change".

Klimaforandringer er ikke noget, vi har foran os, allerede nu ser vi effekterne af 1°C's opvarmning i form af mere ekstremt vejr, stigende vandstand i havene og forsvindende havis i Arktis. Dette blev slået fast i oktober 2018, da IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) kom med deres seneste "Special Report SR15", <http://ipcc.ch/report/sr15/>. Rapporten gjorde op med den hidtil gængse målsætning om at forsøge at begrænse den menneskeskabte opvarmning til højst 2°C. Forskerne sænkede i stedet tærsklen til 1,5°C som et realistisk scenarie med alvorlige konsekvenser, men dog væsentligt mere overskuelige end ved en 2°C's stigning.

Kemi i et skæringsfelt


En af forskerne i det nye center er Jonas Elm, der er post.doc. ved Institut for Kemi på Aarhus Universitet. Hans grundforskning bidrager til at afdække nogle af de endnu lidt forståede processer, der indvirker på klodens klimasystem.

- Specifikt arbejder jeg med, hvordan molekyler i luften kan begynde at klynge sammen og derved danne nye partikler i atmosfæren. Disse partikler har stor indflydelse på det globale klima, da de kan sprede sollys og dermed direkte modvirke opvarmningen forårsaget af udledte drivhusgasser, fortæller Jonas.

For ham er et interdisciplinært samarbejde, som det iClimate muliggør, højt på ønskelisten:

- Som kvantekemiker kan vi beregne, hvordan individuelle kemiske reaktioner forløber. Jeg ser derved en god mulighed for at samarbejde med forskere, der arbejder med regionale og nationale klimamodeller. Vi vil derved kunne implementere molekyllære beregninger direkte i klimamodellerne og se effekten af individuelle kemiske reaktioner på et nationalt plan.

Som kemiker er Jonas Elm meget bevidst om nødvendigheden af bidrag fra et bredt udsnit af forskningsfelter for at give hans forskning gennemslagskraft:

 iClimate ønsker at mindske gabet mellem forskningsresultater, som produceres af universiteterne og de behov, samfundet og de enkelte virksomheder har

- For at forbedre lovgivningen på klimaområdet, er det afgørende, at kemisk grundforskning og løsninger tiltænkt på det nationale plan går hånd i hånd. Jeg synes, det er vigtigt, at man, i et bredt center som iClimate, har tiltænkt alle aspekter af klimaforskning og ikke har fokuseret på et snævert underområde.

Og netop det samfundsvidenskabelige aspekt er en lige så vigtig del af iClimate som naturvidenskaberne, for selvom fossile brændslers indvirkning på klimaet blev beskrevet første gang af Svante Arrhenius i 1896, og den første IPCC klimarapport til at advare om menneskeskabt global opvarmning kom i 1990, så er udledning af drivhusgasserne alligevel kun gået én vej. Den gale. Her kommer naturvidenskaben til kort, og der er en bred anerkendelse af, at vi har brug for såvel tekniske og økonomiske, men i høj grad også de samfundsfaglige videnskaber for at forstå, hvad der skal til for at adressere klimaforandringerne og hvad der forhindrer os i at gøre dette.

iClimate rækker en hånd ud til erhvervslivet

I november og december 2018 afholder iClimate to netværksmøder i hhv. København og Aarhus med det ene formål at række ud til erhvervslivet. iClimate ønsker at mindske gabet mellem forskningsresultater, som produceres af universiteterne og de behov, samfundet og de enkelte virksomheder har. Mødet i København vil fokusere på vidensdeling vedrørende de øko-

De fire bærende søjler

Forskningen i iClimate koncentrerer sig inden for fire forskningssøjler, der hver fokuserer på et område med særlig betydning for klimaet. Søjlerne arbejder ligeledes på tværs og stiller viden og løsninger til rådighed for det omkringliggende samfund.

Søjle 1: Climate Drivers: Hvor meget og hvor hurtigt klimaet udvikler sig, og hvorledes endnu ukendte processer påvirker klimaet er fokus. Målet er at forstå klimatiske processer og indvirkninger fra menneskelige og naturlige processer på global, regional og lokal skala.

Foto: Christof Pearce, Aarhus Universitet.



Søjle 2: Arctic Climate: Målet er at forstå de centrale fysiske, kemiske og biologiske processer i Arktis og deres indvirkning på det globale klima. Dette inkluderer især feedback-mekanismer, der accelererer og forstærker den arktiske opvarmning. Dette forskningsområde er især relevant set i lyset af, at vi nærmer os havis-frie somre og stigende menneskelig aktivitet i Arktis.

Foto: Christel Christoffersen, Aarhus Universitet.



Søjle 3: Agriculture and Climate: Målet er at forstå, hvordan et forandret klima vil påvirke landbrugsproduktionen, og hvordan denne kan reducere sin indvirkning på klimaforandringerne. Målet er:

- at finde måder, hvorved landbruget kan reducere sin udledning af drivhusgasser samt øge jordens kulstofoptag
- at undersøge, hvordan landbruget kan tilpasse sig et foranderligt klima gennem mere resiliente systemer med mindre miljøpåvirkning.

Foto: Jørgen Olesen, Aarhus Universitet.



Søjle 4: Climate Services and Solutions

Målet er at forstå, hvordan samfundet kan omstille sig og udvikle resiliens overfor klimaforandringer samt nedbringe bidrag til yderligere forandringer. Arbejdet fokuserer især på energi, urbane systemer og produktion. Søjlen integrerer naturvidenskabelige, samfundsaglige og tekniske videnskaber for at skabe innovationer og analyser og gøre dem tilgængelige for beslutningstagere, erhvervsliv og civilsamfund.

Foto: Colourbox.



nomiske klima-relaterede risici, som den private erhvervssektor står overfor i den kommende tid.

I Aarhus er det klima og landbrug, som er i fokus med henblik på vidensudveksling mellem iClimates forskere og erhvervslivet om mulighederne for reduktion af drivhusgasser fra husdyrproduktionen.

Tilmelding og mere info om mødet findes her: <http://iclimates.au.dk/newsandevents/events/show/artikel/meeting-on-reduction-of-greenhouses-gases-from-farm-animals/>.

Også et møde for politikere, forskere og NGO'er er på tegnebrættet i iClimate, som vil finde sted primo 2019 i København. Der er behov for at forstærke den danske indsats omkring klima og fødevarer. Det gælder både i forhold til at forberede sig på de kommende klimaændringer, og i forhold til at begrænse klimaændringerne ved at reducere udledningen af klimagasser. iClimate ønsker at sætte dagsordenen for den fremtidige klimaindsats i Danmark.

E-mail:

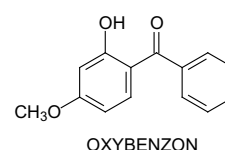
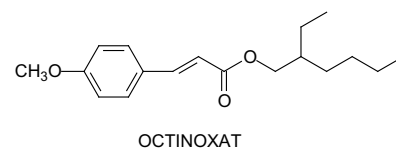
Gitte B. Hedegaard: gbh@envs.au.dk

Nyt om ...

... Koralrev tåler ikke solcreme

Stillehavets koralrev er truet på livet. Visse studier tyder på, at nogle af de aktive stoffer i solcremer har en skadelig indflydelse på koralerne. Hawaiis regering henstillede i 2016 til dykkere og surfere, at de ikke brugte solcremer, der indeholdt oxybenzon eller octinoxat. Hawaiis lovgivende forsamling har nu vedtaget en lov, der forbyder sådanne solcremer fra 2021.

Carl Th.



Hawaii lawmakers pass ban on sunscreen chemicals, *Chemical & Engineering News* May 14 2018, side 17.



Solutions in Milling & Sieving

The revolution in ultra-fine grinding: The new Emax achieves finer and faster grinding results than any other ball mill!





Kvinderupvej 30 · 3550 Slangerup · Tlf: 4738 1014 · www.retsch.dk

Fra Folkemøde til Big Data center

Til måling af lokal luftforurening har ENVS i samarbejde med AMS udviklet tre prototyper af bærbare partikelsensorer. De blev afprøvet på Folkemødet og efterfølgende valideret i forhold til nationale referenceinstrumenter. Og resultaterne er lovende.

Af Maria Bech Poulsen, Ole Hertel, Clive Sabel og Tanja Willumsen

I juni måned samles hvert år tusindvis af mennesker i Allinge på Bornholm til det årlige Folkemøde for at debattere, vidensudveksle og hygge sig i demokratiets ånd. Blandt dette års 113.000 deltagere var tre forskere fra Institut for Miljøvidenskab ved Aarhus Universitet (ENVS).

Formålet med deltagelsen var at teste tre prototyper af bærbare partikelsensorer. Sensorerne blev båret i rygsække og som en menneskelig reklamesøjle var det ydermere målet at sætte fokus på luftforurening ved at gå rundt blandt boder, folk og telte for at måle den lokale partikelkoncentration.

Partikelforurening udgør en vigtig del af den samlede luft-

forurening i Danmark og er relateret til adskillige negative helbredseffekter, herunder øget risiko for diverse luftvejslidelser, diabetes, hjertekarsygdomme samt forskellige former for kræft [1]. Partikelforureningen i Danmark stammer fra såvel danske som udenlandske kilder, da partikler let transporteres med vinden over korte og lange afstande. Blandt de menneskeskabte kilder er røg fra forbrændingsprocesser (brændeovne, kræftværker, industri), udstødning fra transportmidler og maskiner samt støv fra bildæk og bremses. Men der findes også naturlige kilder, som bidrager til partikler i luften, herunder havsprøjt, vulkaner og jordstøv [1,2]. Den brede vifte af udledningsskilder er netop årsagen til, at partikler findes i mange former og størrelser samt indeholder forskellige kemiske stoffer.

Partikler inddeles i tre størrelseskategorier; ultrafine, fine og grove partikler. Førstnævnte definerer partikler med en diameter under $0,1 \mu\text{m}$, mens fine partikler har en diameter under $2,5 \mu\text{m}$. De grove partikler repræsenterer partikler med en diameter fra $10 \mu\text{m}$ og ned til $2,5 \mu\text{m}$. Grundet de ultrafine partiklers lille størrelse bestemmes disse som antal partikler i luften, mens fine og grove partikler måles som en massekoncentration og derfor oftest benævnes som henholdsvis $\text{PM}_{2,5}$ og PM_{10} .

Under Folkemødet afspærres Allinge for al trafik med undtagelse af to busterminaler i udkanten af Folkemøde-området. Dette i kombination med Allinges afslidende placering i forhold til industri og storbyer giver ikke umiddelbart forventninger om høje forureningsniveauer. Men Folkemødet er ikke blot debatscener, partitelte og folk til fods. Adskillige madboder og kaffevogne forsyner deltagerne og er spredt ud over Allinge. Disse vil ofte anvende varmekilder som gas og grill, hvilket udleder partikler til luften. Med andre ord var der forud for Folkemødet en klar forventning om, at disse kilder ville bidrage til en lokal partikelkoncentration. Lignende resultater har tidligere været observeret i studier af partikeludledningen under DHL-stafetten, hvor mange firmaer griller mad til deres løbende kollegaer [3].

Partikelsensorerne - den første prototype

De anvendte partikelsensorer er en foreløbig prototype designet og udviklet af den tyske sensorproducent, AMS i samarbejde med ENVS. Partikelkoncentrationen bestemmes ved optisk måling, hvor en indbygget laser belyser luftens partikler indsuget i sensoren og en detektor måler partiklernes spredning af lyset. Partiklerne vil alt efter deres størrelse sprede lyset forskelligt, og man vil således have en fordeling af antal partikler i det målte størrelsesinterval.

Ved at antage, at partikler er sfæriske med en bestemt densitet, konverteres antallet af partikler til en massekoncentration.



Figur 1. Tre forskere fra Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet, målte partikelforurening under Folkemødet 2018.

Figur 2. Forskellige kilder bidrog til en lokal forhøjet partikelkoncentration, herunder støvet jord, madboder og busser.



Sensoren måler således koncentrationen af henholdsvis $PM_{2.5}$ og PM_{10} . Foruden partikelkoncentrationen måles temperatur, tryk og luftfugtighed, da disse parametre kan have en indflydelse på både sensorens måleevne og partiklernes størrelse, idet luftens vanddamp kondenserer på partiklerne, hvorved de vokser.

Resultater

Alle måledata var tilgængelige online under hele Folkemødet og kunne fremvises til interesserede lyttere. Sensorerne blev båret to hele dage under Folkemødet, hovedsageligt samlet, men også på enkelte ruter hver for sig. Desværre var der problemer med sensor 1 (gul linje i figur 3, side 18), og der mangler derfor data fra denne flere steder i figurerne.

Ganske som forventet viste sensorerne tydeligt udslag ved forbipassering af madboder, røgerierne i Allinge samt bus-terminalerne, figur 2. En anden væsentlig kilde til forhøjet partikelkoncentration var støvpartikler.

Den flotte varme og tørre forsommer havde resulteret i en tør og støvet jord, som blev hvirvlet op i luften, hvor folk gik og stod. En fodboldkamp mellem Europabevægelsen og Folkebevægelsen mod EU resulterede i markant højere partikelkoncentration blandt tilskuerne herunder sensor 2, figur 3a og b. Men det var ikke den eneste fodboldkamp, som kunne måles med sensorerne. Fodboldherrerne landskamp mod Peru blev vist på storskærm foran hovedscenen, hvor luften var fuld af støvpartikler fra de mange tilskuere samt bidrag fra cigaretrøg, figur 3c og d. De høje toppe under landskampen fordeler sig i to grupper i figur 3c og d - første og anden halvleg, da vi i pausen flyttede os lidt på afstand af den store folkemængde.

Validering af sensorernes performance

Sensorerne har efter Folkemødet været placeret på ENVs's målestation på H.C. Andersens Boulevard i København for yderlig ►



Apodan Nordic
PHARMAPACKAGING

COMPLIANCE IN PACKAGING

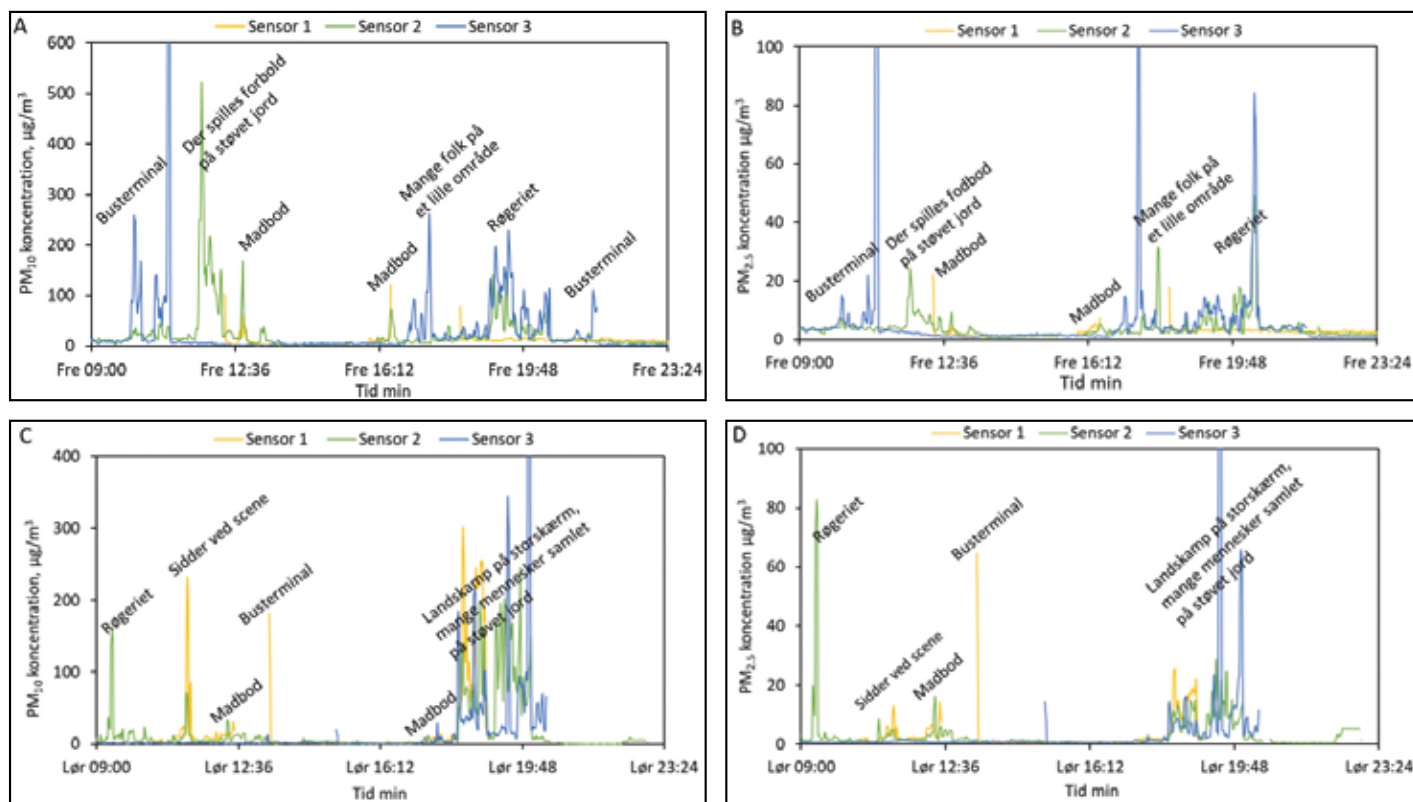


ApodanNordic PharmaPackaging A/S

Kigkurren 8M • 2300 Copenhagen S • Denmark
+45 3297 1555 • Fax: +45 3331 2994

packaging@apodanpharma.dk • www.apodanpharma.dk

Established in 1962



Figur 3. Målinger fra to hele dage under Folkemødet 2018 opdelt i PM_{10} (A og C) og $PM_{2.5}$ (B og D). Gul, grøn og blå linje repræsenterer henholdsvis sensor 1, 2 og 3. Udslag fra de forskellige kilder er markeret på figurene.

test. Her er de foreløbigt valideret i forhold til referenceinstrumenter, som året rundt anvendes i det Nationale Overvågningsprogram af Luftforureningen drevet af ENVIS. De anvendte referenceinstrumenter er TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) monitorer, hvor partikler i den indsugede luftstrøm afsættes på et filter, som konstant vejes og omregnes til reeltids massekoncentration.

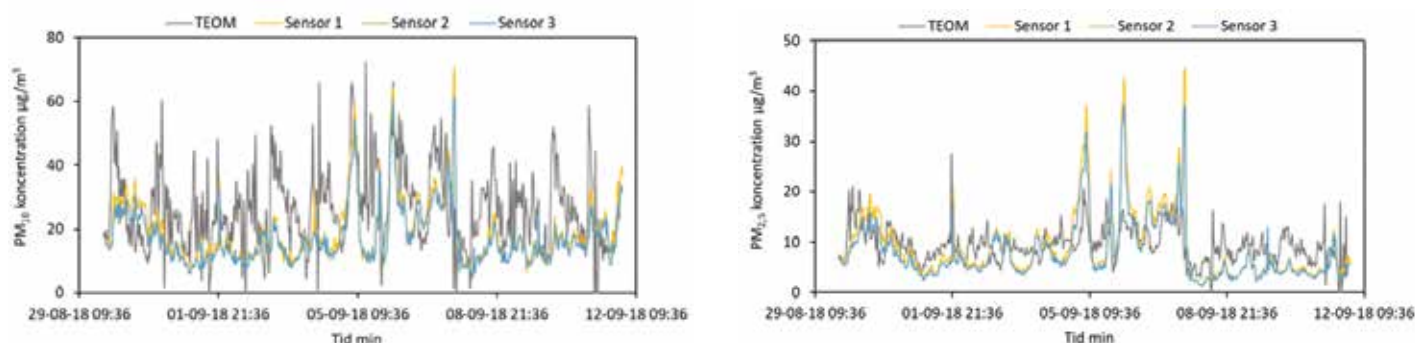
Figur 4 illustrerer sammenhængen mellem TEOM (grå linje) og sensorerne (gul, grøn og blå), hvor sensordata er ganget med en faktor to for at kompensere for sensorernes forskydning i forhold til TEOM. Det skal her til nævnes, at TEOM-værdierne endnu ikke er endelig kvalitetssikret. Sensorerne følger til en vis grad TEOM med den bedste sammenhæng for $PM_{2.5}$. Dog ser det ud til, at sensorerne underestimerer de lave koncentrationer, mens der kan være tale om en mulig overestimering for de højere koncentrationer. Derimod er der stor overensstemmelse mellem de tre sensorer. Men der er behov for yderligere validering for at opnå en bedre kalibrering af sensorerne. For

eksempel skal det undersøges, hvorvidt temperaturen eller luftfugtigheden har en indflydelse.

Bidrag til Big Data center ved Aarhus Universitet

Som tidligere nævnt er partikelsensorerne en prototype og dermed baggrunden for et større kommende studie af bærbare luftforureningssensorer. Dette studie udgør en af hjørnestenene i et nyligt etableret Big Data center ved Aarhus Universitet (Big Data Centre for Environment and Health) ledet af professor Clive Sabel. Visionen for centeret er at udnytte og kombinere de store mængder af data, som er til rådighed inden for medicin, personregistre, luftforureningsstudier og sociale medier for bedre at kunne forstå miljøet og forureningens påvirkning på menneskers sundhed.

Herunder er et af formålene at videreudvikle personeksponeringsstudier, så vores forståelse for, hvordan vi eksponeres for luftforurening i løbet af hverdagens færden og aktiviteter, forbedres. Hertil leverer sensorproducenten AMS 200 person-



Figur 4. Validering af sensorerne mod referenceinstrumenter (TEOM) alle placeret på Institut for Miljøvidenskabs målestation på H.C. Andersens Boulevard. TEOM vises som grå linje, mens sensor 1, 2 og 3 repræsenteres ved henholdsvis gul, grøn og blå linje.

bårne sensorenheder til måling af en lang række forureningskomponenter blandt andet nitrogendioxid (NO_2), ozon (O_3), partikler ($\text{PM}_{2.5}$, PM_{10}), hvor erfaringer fra Folkemødet og prototypen inkorporeres.

E-mail:

Maria Bech Poulsen: mabp@envs.au.dk

Referencer

1. J. Christensen, T. Ellermann, O. Hertel, J.B. Illerup, M. Ketzel, S. Loft, F. Palmgren, M. Winther og P. Wåhlin *Luftforurening med Partikler - et sundhedsproblem* 2009, Miljøbiblioteksbog, Hovedland.
2. O. Hertel, T. Ellermann, O.-K. Nielsen og S.S. Jensen *Clean air in Denmark dedicated effects since 1970 - Challenges, solutions and results* 2015, Aarhus Universitet, DCE Center for Miljø og Energi.
3. J. Andersen *Løbearrangement kvæles i sundhedsskadelige partikler* 2014, pressemeddelelse fra Københavns Universitet.

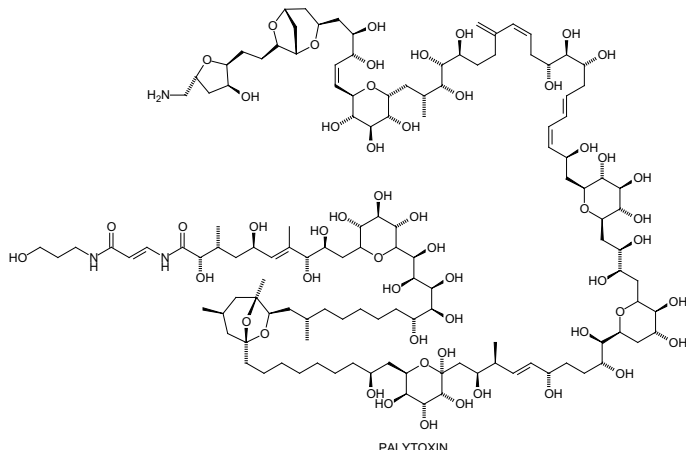
Nyt om ...

... Døden lurder i akvariet

En familie på syv medlemmer i Adelaide i Australien blev i 2017 indlagt på hospitalet med åndedrætsproblemer. Et af familiedemedlemmerne havde rensat familiens tropiske saltvandsakvarium. Der havde øjensynligt i akvariet været en anemonelignende vækst, *Palythoa toxica*, som er kendt



fra tropiske rev; denne producerer en kraftig gift, palytoxin. Palytoxinet var formentlig under rensningen som en aerosol blevet spredt i huset og indåndet af familien. 200 badegæster på stranden ved Genua blev i 2005 indlagt på hospitalet af samme årsag, heraf 10% på intensiv afdeling. Palytoxin virker ved at blokere cellernes ionkanaler, således at de står åbne hele tiden og tillader fri gennemstrømning af kalium- og natriumioner, hvilket



dræber cellen. Strukturen af palytoxin blev bestemt i 1989 efter 30 års arbejde. Det har en molekylvægt på 2.680 og indeholder 64 asymmetriske carbonatomer og syv dobbeltbindinger, hvilket giver mulighed for 10^{21} isomere!

Carl Th.

Palytoxin: The danger hidden in tropical aquariums. *Chemical & Engineering News*, 2018, January 8, Side 12.

Stillesiddende arbejde?

SID DIG I FORM

PRØV
GRATIS
RING PÅ TELEFON
4494 5244



På en aktiv trænende kontorstol

Takket være deres unikke boldlignende bevægelser følger vores aktive stole dig og din krop mens du arbejder. Kroppens intuitive bevægelses behov får dig til at skifte arbejdsstilling uden du tænker over det. Det eliminerer stillesiddende arbejde, holder blodomløbet i gang og træner ryg, lænd & mavemuskler. God medicin mod ryg & lændesmerter.

Få en af vores aktive stole gratis på prøve i 14 dage. Så kan du selv mærke effekten på din egen krop. Se mere på swopper.dk

swopper®
SID DIG I FORM



muvman

Aktiv sidde & stå stol til
fx produktion & laboratorie



swopper

Aktiv ergonomisk
kontor & arbejdsstol



3Dee

Aktiv ergonomisk
kontorstol m. ryglæn

Renere skibsfart - højtryks-SCR til NO_x-fjernelse

Hvordan påvirker tryk den ellers kendte SCR-teknologi?

Selektiv katalytisk reduktion (SCR) af NO og NO₂ (NO_x) er en kendt røggasrensningsteknologi til fjernelse af NO_x fra for eksempel kraftværker, forbrændingsanlæg og i cementindustrien. Nye lovkrav for skibe, gældende fra 2016, har åbnet for et nyt marked, men hvordan påvirkes SCR-kemien af det høje tryk, som findes før turboladeren (op til 5 bar), og hvordan påvirkes SCR-katalysatoren af de høje svovlkoncentrationer i udstødningsgassen, også under øget tryk?

Af Steen Riis Christensen¹, Brian Brun Hansen¹, Kim Hougaard Pedersen² og Anker Degn Jensen¹

¹ Institut for Kemiteknik, DTU

² Umicore Danmark ApS

I dag transporteres mere end 80 procent af den internationale handel ved hjælp af skibsdrift. Størstedelen af skibsdriften (>90 procent), drives af dieselmotorer, som har fordel af god brændstoføkonomi og lav emission af CO₂ (g/km). Til gengæld udleder dieselmotorer betydelige mængder af partikler, SO_x (SO₂, SO₃ og H₂SO₄) og NO_x (NO og NO₂). Det er blevet anslået, at ca. 30 procent af den globale menneskeskabte NO_x stammer fra transportsektoren [1], hvoraf skibssektoren står for halvdelen [2].

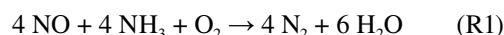
NO_x påvirker miljøet igennem eutrofiering, samt forsurelse af søer og have, men også mennesker påvirkes i form af lunge- og hjerteproblemer. Derfor har den internationale maritime organisation (IMO) løbende udarbejdet lovkrav, som skal begrænse udledningen af NO_x og SO_x fra skibe [3]. Da udledning af SO_x-emissioner stammer fra svovl i brændstoffet, kan lavere SO_x-udledning opnås ved brug af lav svovls olie (0,1 wt % svovl) i stedet for høj svovls olie (<3,5 wt % svovl).

Dannelse af NO_x sker grundet de høje temperaturer i forbrændingskammeret, og sker derfor uafhængigt af olietypen. NO_x-emissioner skal derfor enten fjernes ved brug af en primær metode som for eksempel at sænke forbrændingstemperaturen eller en sekundær metode, som fjerner NO_x i udstødningsgassen, efter den er produceret. En af de sekundære metoder er installering af en selektiv katalytisk reduktions (SCR) reaktor, som reducerer NO_x over en katalysator til harmløst nitrogen og vand, se R1.

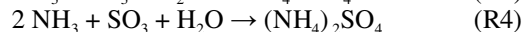
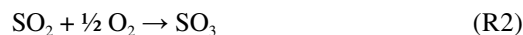
SCR til skibe har været i fokus på et netop afsluttet forskningsprojekt på Institut for Kemiteknik på DTU [4], som blev udført som en del af Blue INNOShip-projektet, se mere på <http://www.blaainno.dk/>.

Selektiv Katalytisk Reduktion af NO_x

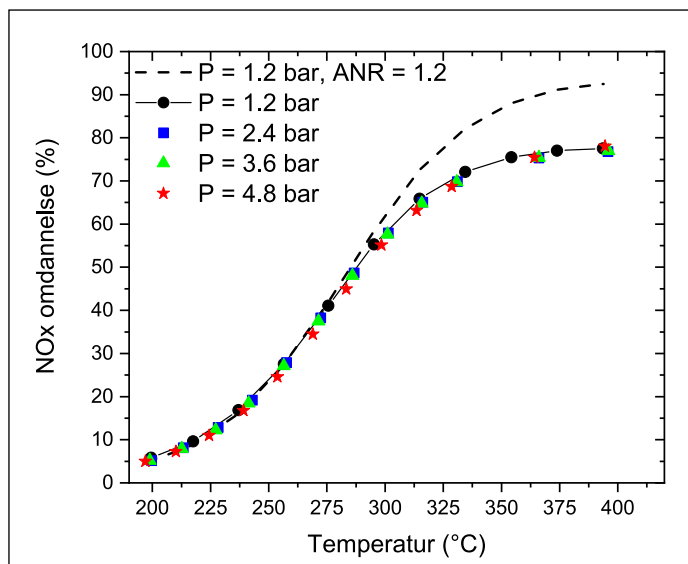
SCR af NO_x ved brug af ammoniak (NH₃) blev introduceret i 1970'erne og 1980'erne til at fjerne NO_x fra kraftværker. I dag bruges SCR også til fjernelse af NO_x på mobile enheder såsom biler, lastbiler og i stigende grad skibe. Katalysatoren består typisk af 1-5 wt % V₂O₅/10 wt % WO₃/TiO₂ og placeres varmt (200-500°C), hvorved NO_x, NH₃ og ilt reagerer ifølge Reaktion 1 og medfører typiske NO_x-omsætninger på 80->95 procent, afhængigt af NH₃ til NO_x-forholdet (ANR) [5].



På et skib afbrændes diesel indeholdende betydelige mængder af svovl (0,1-3,5 wt % S), som under forbrændingen omdannes til svovldioxid (24-600 ppm SO₂) og svovltrioxid (SO₃ < 10 procent af total SO₂). Ydermere vil ca. 1-3 procent af SO₂ blive oxideret til SO₃ over SCR-katalysatoren (R2). SO₃ skaber problemer, både grundet reaktion med vand, som giver svovlsyre, men også fordi SO₃ og H₂O kan reagere med den tilførte NH₃ og danne ammoniumsulfat (ABS, R3) og ammoniumsulfat (AS, R4) [6].



Sulfaterne skaber problemer ved at kondensere som faste aflejringer ved temperaturer under 300°C enten i katalysatorens poresystem eller på varmeveksleroverflader placeret senere i udstødningskanalen. Katalysatoren kan derved miste aktivitet, da overfladen og porerne bliver blokeret af ABS og NO_x ikke længere kan blive reduceret. Dette kan undgås ved røggastemperaturer højere end ca. 300°C, hvilket kun er til stede før turboladeren på de effektive 2-takts motorer. Hvis SCR-reaktoren placeres før turboladeren, vil temperaturen være mere optimal for SCR-reaktionerne og for undgåelse af ABS-deaktivering, men trykket



Figur 1. NO_x-omsætning som funktion af temperatur og tryk. Det totale flow er øget proportionalt med trykket for at holde opholdstiden konstant. Ved 1,2 bar blev forsøget udført med et totalflow på 300 NmL/min. indeholdende 10 procent O₂, 8 procent H₂O, 600 ppm NO_x og 480 ppm NH₃ i N₂. Tilsvarende forsøg blev udført med overskud af NH₃ (720 ppm), som fulgte den stiplede linje.

vil tilsvarende også være højere, op til 5 bar. Kinetikken for oxidation af SO₂ over den vanadium-baserede katalysator blev i et tidligere studie af samme forfattere [7] fundet til ikke at være afhængig af trykket, hvorved en første ordens reaktion mht. SO₂ også blev fundet ved et øget tryk på 4,5 bar. Litteratur omkring trykkets påvirkning på selve SCR-reaktionen (R1) er fortsat begrænset og er derfor også blevet undersøgt.

Tryksat SCR

SCR-forsøg ved forhøjet tryk blev udført på DTU Kemiteknik, hvor en katalysator blev neddelte til pulver (150-300 mikrometer) for at minimere eksterne og interne transportbegrænsninger. SCR-forsøg blev udført med et total flow på 300 NmL/min. ved 1,2 bar. Efterfølgende blev forsøg udført ved 2,4, 3,6, og 4,8 bar, hvor opholdstiden i katalysatoren blev fastholdt som i 1,2 bar forsøget, hvilket betød, at totalflowet var fordoblet (600 NmL/min.) ved det

NO_x-emissioner afhænger af motoromdrejninger og gives derfor i et interval. Global NO_x gælder for skibe bygget efter 1. juli 2011 og NO_x ECA gælder for skibe bygget efter 1. januar 2016. Skibe bygget imellem 1. januar 2000 og 1. juli 2011 skal overholde globale NO_x-emissioner på 9,8-17 g/kWh.

SO_x-emissioner lovgives på baggrund af svovlindhold i dieselolien og gives derfor i vægtprocent [3].



Blue INNOShip projekt 13

Partnere:

DTU Kemiteknik
Haldor Topsøe A/S (1. september 2015 til 30. november 2017)
Umicore Denmark ApS (fra 1. december 2017)
Alfa Laval Aalborg
Mærsk Maritime Technology

Projekt fokus:

Indvirkningen af øget tryk på både SCR-reaktionen og oxidation af SO₂ til SO₃. Derudover dannelse af ammoniumsulfater og disses deaktivering af V/W/Ti katalysatoren.

dobbelte tryk (2,4 bar) osv. NO_x-omsætningen som funktion af temperaturen er vist i figur 1 ved de fire forskellige tryk.

Figur 1 viser, at når opholdstiden holdes konstant, fås den samme NO_x-omsætning uafhængigt af trykket, hvilket betyder, at det øgede tryk på op til 5 bar før turboladeren ikke påvirker kinetikken for SCR-reaktionen. Ydermere ses det, hvordan reaktionen flader ud omkring 80 procent NO_x-omsætning, hvilket skyldes fuld omsætning af NH₃ (ANR = 0,8). På figur 1 vises også en stiplede linje, som tilhører et tilsvarende forsøg, som blev udført med overskud af NH₃ (720 ppm, ANR = 1,2), som også viste, at NO_x-omsætningen var uafhængig af trykket, dog med den forskel at reaktionen ikke er begrænset til maksimalt at opnå 80 procent NO_x-omsætning. Dette medfører, at SCR-reaktionen også ved et forøget tryk kan antages at følge en Eley-Rideal mekanisme, som vist i Ligning 1 [8],

$$R_{NO} = k_{NO} \cdot C_{NO} \cdot \frac{K_{NH_3} \cdot C_{NH_3}}{1 + K_{NH_3} \cdot C_{NH_3}} \quad (L1)$$

hvor k_{NO} (1/s) er NO hastighedskonstanten, C_{NO} (mol/m³) er koncentrationen af NO i gasfasen, K_{NH_3} (m³/mol) er adsorptionslignevægtskonstanten for NH₃ på katalysatoren og C_{NH_3} (mol/m³) er koncentrationen af NH₃ i gasfasen.

På et skib bruger man ikke katalysatorer som granulerede partikler, men i stedet for som monolitter, se figur 2a, side 22, som har et stort overfladeareal og et lavt tryktab. For hurtige reaktioner, såsom SCR-reaktionen, vil ekstern og intern masse-transport dog begynde at begrænse reaktionen ved temperaturer over 250°C [9]. Derfor blev samme katalysator som brugt



Pipetteservice

Akkrediteret kalibrering
Reparation • Vedligeholdelse

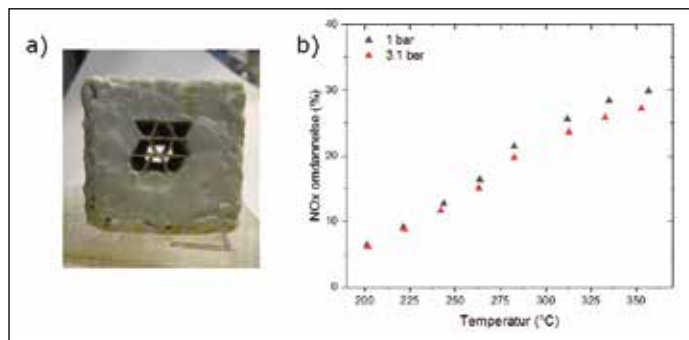
Gilson Center of Excellence • Certificerede teknikere • 20 års erfaring
• Alle førende fabrikater • Elektroniske certifikater • Serviceaftaler



Biolab A/S,
Sindalsvej 29, DK-8240 Risskov,
Tlf: 8621 2866 Fax: 8621 2301
E-mail: pipetteservice@biolab.dk
www.biolab.dk



ovenfor, testet i form af en monolit for at undersøge, hvordan massetransporten påvirkes af øget tryk. Forsøget blev udført ved igen at holde opholdstiden konstant ved at øge total flowet proportionalt med trykket. Figur 2b viser, at ved lav temperatur ($T < 250$) måles den samme NO_x -omsætning uafhængigt af trykket, men ved højere temperaturer observeres et tab i NO_x -omsætning ved øget tryk, hvilket skyldes, at reaktionen er mere begrænset af eksterne og interne diffusionsbegrænsninger. Den øgede diffusionsbegrænsning ved øget tryk skyldes, at den molekylære diffusionskoefficient falder proportionalt med trykket.



Figur 2. Den anvendte monolit-katalysator (a) og NO_x -omsætningen som funktion af temperaturen (b) ved brug af konstant opholdstid. Ved 1 bar blev et totalflow på $4,9 \text{ Nm}^3/\text{h}$ brugt indeholdende 8 procent O_2 , 5 procent H_2O , 720 ppm NO_x , 540 ppm NH_3 i N_2 .

Det skal bemærkes, at på et skib er opholdstiden ikke konstant, når trykket øges. Når lasten øges på motoren, øges volumenstrømmen af udstødningsgassen, og trykket stiger, men trykket stiger mere end volumenstrømmen. En SCR-reaktor på et skib vil derfor samlet set opnå en fordel ved at sidde før turboladeren, da opholdstiden i katalysatoren stiger ved øget tryk. Praktisk betyder dette, at volumenet af katalysatoren kan være mindre ved øget tryk. Kröcher et al. [9] estimerede, at 30 procent katalysator kunne spares ved at øge trykket til 4 bar, hvilket ville have været 75 procent, hvis transportbegrænsninger ikke havde været til stede. Massetransportbegrænsninger er derfor en vigtig designparameter, når man designer SCR-katalysatorer til brug ved forhøjet tryk på skibe.

Konklusion

SCR af NO_x er en lovende teknologi til at fjerne NO_x fra skibes udstødningsgas, men for at undgå katalysatordeaktivering grundet kondensation af ammoniumsulfater skal SCR-reaktoren placeres ved temperaturer højere end ca. 300°C , hvilket findes før turboladeren på 2-taksmotorer. Før turboladeren haves samtidigt et højere tryk på op til 5 bar, og trykpåvirkningen af SCR-reaktionen er derfor blevet undersøgt.

Ved brug af granuleret katalysator blev det fundet, at et øget tryk (op til 4,8 bar) ikke havde nogen påvirkning på NO_x -omsætningen, når opholdstiden blev holdt konstant. Dermed påvirkes SCR-kinetikken ikke af det forøgede tryk. Et lignende forsøg blev også udført ved brug af en monolit, hvor det blev fundet, at ved at øge trykket fra 1 bar til 3,1 bar, ligeledes ved konstant opholdstid, var NO_x -omsætningen lavere ved det øgede tryk, når temperaturen var over 250°C . Dette skyldes en forringet ekstern og intern massetransport. Det skal bemærkes, at på skibe vil opholdstiden samlet set stige med trykket, og den totale påvirkning af øget tryk er derfor positiv. Projektets resultater har således medvirket til at bane vejen for anvendelse af SCR ved højt tryk på skibe.

Forfatterne takker for støtte fra Innovationsfonden (155-2014-10) og den Danske Maritime Fond.

E-mail:

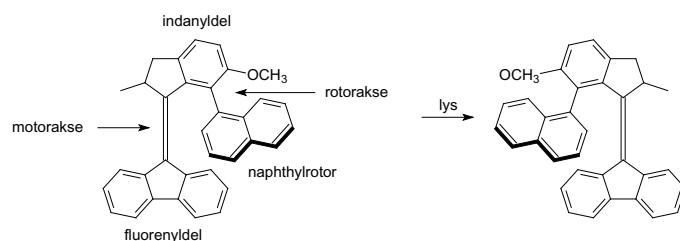
Anker Degn Jensen: aj@kt.dtu.dk

Referencer

1. J. Briggs, J. Mccarney, Field experience of Marine SCR, in: CIMAC Congr., 2013.
2. K. Lehtoranta, H. Vesala, P. Koponen, S. Korhonen, Selective Catalytic Reduction Operation with Heavy Fuel Oil: NO_x , NH_3 , and Particle Emissions, *Environ. Sci. & Technol.* 49 (2015) 4735-4741. doi:10.1021/es506185x.
3. Det Norske Veritas (DNV), Marpol 73/78 Annex VI, (2009). http://hulpinnood.nl/wp-content/uploads/2015/03/BIJLAGE3_Marpol-annex-VI.pdf (accessed May 9, 2016).
4. S.R. Christensen, Selective Catalytic Reduction of NO_x on Ships, Ph.D. Thesis, DTU Chemical Engineering, 2018.
5. M. Koebel, M. Elsener, T. Marti, NO_x reduction in diesel exhaust gas with urea and selective catalytic reduction.pdf, *Combust. Sci. Technol.* 121 (1996) 85-102.
6. J.M. Burke, K.L. Johnson, Ammonium sulfate and bisulfate formation in air preheaters (Project Summary), 1982. <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=2000TU1N.txt>.
7. S.R. Christensen, B.B. Hansen, K. Johansen, K.H. Pedersen, J.R. Thøgersen, A.D. Jensen, SO_2 Oxidation Across Marine $\text{V}_2\text{O}_5\text{-WO}_3\text{-TiO}_2$ SCR Catalysts: a Study at Elevated Pressure for Preturbine SCR Configuration, *Emiss. Control Sci. Technol.* (2018). doi:10.1007/s40825-018-0092-8.
8. P. Forzatti, L. Lietti, Recent Advances in DeNO_xing Catalysis for Stationary Applications, *Heterog. Chem. Rev.* 3 (1996) 33-51.
9. O. Kröcher, M. Elsener, M.-R. Bothien, W. Dölling, Pre-Turbo SCR - Influence of Pressure on NO_x Reduction, *MTZ Worldw.* 75 (2014) 46-51. doi:10.1007/s38313-014-0140-x.

Nyt om ...

... Bunden rotation i en molekylær maskine



Månen drejer som bekendt rundt om jorden på en sådan måde, at det er den samme side af månen, der hele tiden vender mod jorden, såkaldt bunden rotation. Det er nu lykkedes at lave en molekylær maskine, hvor der er den samme kobling mellem to bevægelser. Indanyl-delen og fluorenyldelen *cis-trans*-isomeriserer i forhold til hinanden under indvirkning af lys. Under denne isomerisering vender naphthyl-delen hele tiden den samme side mod fluorenyldelen. Dette kan følges ved hjælp af NMR-spektroskopi og måling af cirkulær dichroisme.



Carl Th.

Locked synchronous motion in a molecular motor, *Science* 2017, 356, issue 6341, side 964. DOI: 10.1126/science.aam8808.

Sammenligning af ekstraktionsmetoder

Sammenligning af online headspace ekstraktionsmetoder til GC/MS ved analyser i et bredere molekylvægtssområde.

Af Mátyás Ripszám, MSCi ApS

Gaskromatografi koblet til massespektrometri (GC-MS) er en stærk analytisk teknik til analyse af små organiske forbindelser. Ud over en god chromatografisk separation (GC) kan massespektrometeret (MS) identificere/kvantificere komponenter, systemet kan altså bruges til såvel target som non-target analyse [1]. Ofte injiceres prøven, typisk 1 µL, i en injektor, som så er direkte forbundet til kolonnen. I mange GC-MS applikationer er den stationære fase relativt upolær. Hertil bruges så bedst et upolært solvent for at sikre bedst mulig fokusering på kolonnen [1]. I en del tilfælde er matrix vandig eller indeholder et solvent som kan være skadelig for kolonnen (for eksempel DMSO). I andre tilfælde er der tale om en fast matrix, hvor almindelig injection er umulig. I disse tilfælde kan headspace-prøveudtagning være nyttig [2].

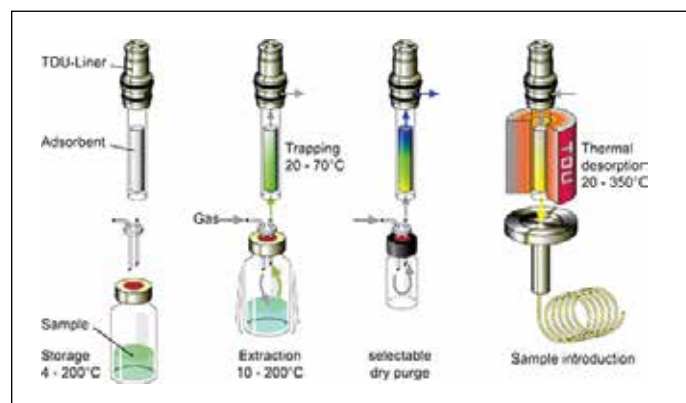
Headspace-prøveudtagning

Headspace-prøveudtagning inkluderer et inkubationstrin, hvor der indstiller sig en ligevægt mellem prøven og gasfasen. Der er herefter to typer af prøveudtagning. Ved den ene udtages der en prøve direkte fra denne gasfase, efter at ligevægt er opnået, dette kaldes statisk headspace (SHS). Denne metode er særdeles nyttig ved analyse af flygtige organiske forbindelser (VOC'er). Den største ulempe ved SHS er manglen på følsomhed, da prøveoverførslen ikke er stor, typisk omkring 1 mL gasfase, men omvendt har GC(-MS) selvfølgelig en grundlæggende høj følsomhed. Typisk er man af tekniske årsager også nødt til at "splitte" ved injektionen. For at løse dette problem kan der anvendes flere headspace-ekstraktioner (MHE, HIT), hvor headspace samples flere gange for at opnå følsomhed [2,3].

En anden opkoncentrering er solid phase mikroekstraktion (SPME), hvor en fiber med en tynd stationær fase eksponeres i headspace (HS-SPME) [3], og efterfølgende desorberes direkte i en varm injektor. De stationære faser kan fås mere eller mindre polære og kan derfor delvist vælges i forhold til, hvilke komponenter der ønskes ekstraheret. Med HS-SPME er en betydelig opkoncentrering mulig, men da der kan være flere af hinanden uafhængige partitioneringsprocesser på den samme stationære fase, kan dette give anledning til forskellig adsorptions-effektivitet ved forskellige matricer [4-6].

En tredje type af headspace-prøveudtagning kaldes dynamisk headspace (DHS), samt ved fuldstændig udbagning af prøven: fully evaporative dynamic headspace (FE-DHS). Denne fremgangsmåde "stripper" konstant headspace af en prøve med en "purge" gas. Der er derfor kontinuerligt ikke-ligevægt mellem matrix og headspace i prøven, og komponenter bliver derfor lige så kontinuerligt overført fra matrix til headspace. Gassen med komponenterne bliver herefter ført gennem en adsorbent, som kvantitativt opsamler alle strippede komponenter. Når

processen stoppes, er der derfor opkoncentreret komponenter over en 5-30 min. (nogle gange længere) på en adsorbent, altså en ganske betydelig opkoncentrering. Adsorbenten bliver herefter overført til en termisk desorber som sidder umiddelbart foran kolonnen på GC'en, desorberet ved høj temperatur i en carrier gas og chromatograferet på almindelig vis [7,8], figur 1. En variant af DHS er fully evaporative DHS (FE-DHS); prøven indampes til tørhed under ekstraktionen, hvorved selv meget højt kogende komponenter kan overføres til kolonnen. Typisk indampes kun små absolutte mængder, hvilket medfører, at den ekstreme følsomhed, DHS ofte forbindes med, går fløjten, mod at man til gengæld får et komplet billede af, hvad prøven indeholder.



Figur 1. Dynamisk Headspace (DHS): 1: Enkeltkomponenterne i DHS setup, 2: Montering af vial i desorptions-/adsorptionsstrinet, 3: Evt. tørring (typisk fjernelse af vand) af TD-røret, 4: Analyse af TD-røret i GC'en.

Målet for dette studium var at sammenligne de tre teknikker; hvad er styrken og svagheden ved den enkelte metode? Der blev derfor udarbejdet en standard-mix med en homolog serie alkaner, en homolog serie fedtsyremethylestre (FAMES) samt en serie med polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH's). Denne mix blev brugt til at vurdere ekstraktionseffektiviteten ved de forskellige teknikker, og hvor denne så også blev sammenlignet med effektiviteten ved en almindelig væskeinjektion - hvor det antages, at alt overføres.

Materialer og metoder:

- **Prøveforberedelse:** De standardblandinger, der blev anvendt, var: alkaner fra heptan til triacontan (C₇-C₃₀, Supelco), en FAME-mix fra Supelco (C₁₀-C₂₁) samt en Restek Mega-Mix (Restek 8720), som, udover en lang række chlorerede forbindelser, også indeholder PAH'erne. Koncentrationen af hver enkelt komponent var 0,05-0,1 m/m%. Stamopløsningen ►

blev forberedt ved at udtage 100 µL af hver mix, inddampe til tørhed og herefter genopløse den samlede prøve i methanol. Slutkoncentrationen i stamopløsningen var 5-10 ppm. For SHS samt SPME var prøveforberedelsen den samme: 10 µL af stamopløsningen blev overført til et 20 mL headspace vial (GERSTEL). Ved DHS blev 2 µL overført til et headspace vial. Ved væskeinjektion blev 1 µL injiceret på GC via en GERSTEL CIS 4 injektor.

- SHS, SPME DHS samt væskeinjektion: I alle tilfælde blev en GERSTEL MPS Robotic anvendt, med de relevante teknikker opsat på robotten.
- SHS samt SPME: Vial blev inkuberet fem minutter ved 60°C. Til SHS blev en 2,5 mL sprøjte anvendt, herfra blev der udtaget 1 mL med sprøjten og direkte injiceret i CIS-injektoren. Til SPME blev en PDMS/DVB 30 µm (Supelco) fiber anvendt. Inkubationstiden for SPME-fiberen var fem minutter og desorptionstiden var tre minutter @250°C.
- DHS: Til disse analyser blev der anvendt tre forskellige temperatur set-ups for at demonstrere temperaturens betydning ved analysen af højt-kogende komponenter, tabel 1. Purge gas: N₂, flow gennem vial 50 mL/min., adsorbent på TD-røret Tenax TA. Efter ekstraktion blev røret automatisk overført til den termiske desorber (TDU) og desorberet ved 300°C i ti minutter.

	Opsamlet volumen	Inkuberingstemperatur i DHS
Volatiles	500 mL	60°C
Semi-volatiles	1.500 mL	80°C
Fully evaporative (FE-DHS)	5.000 mL	150°C

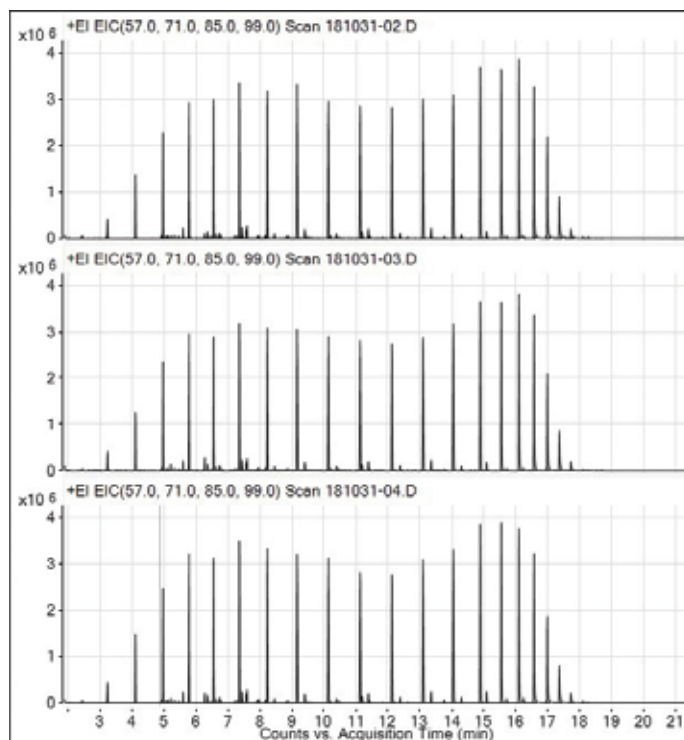
Tabel 1. De tre forskellige temperaturer samt prøvevolumener, der blev anvendt ved DHS.

- GC-MS: GC-MS metoden var ens for alle de ovenfor beskrevne analyser: Injector (CIS 4): split20:1, Initial temp: 0°C, 0,1 min.; rampe til 310°C, 12°C/sek., hold på 310°C, 4 min. CIS 4 liner fyldt med Tenax TA til bedre fokusering af de små komponenter. Kolonne: J&W DB5-MS UI (30 x 0,25 x 0,25). GC i konstant flow mode 1,4 mL/min. Kolonneovn: Initial temp: 35°C, 1 min.; rampe til 140°C, 20°C/min.; rampe til 220°C, 10°C/min.; rampe til 300°C, 25°C/min.; hold på 300°C, 4 min. Transfer line til MS: 320°C. MS i full scan mode (m/z fra 50 til 350), med analysator slukket det første 1,8 minut. Ion source temperatur 280°C (for at formindske "tailing").
- Dataevaluering: Alle opsamlede data blev analyseret med Agilent MassHunter Qualitative and Quantitative software. Alle toppe blev analyseret ud fra et "targeted approach" med en "Quantifier" og to "Qualifier" ioner. De fundne toparealer blev overført til Excel og blev normaliseret i forhold til en udvalgt top. Dette for at udligne de forskellige absolutte mængder, der blev tilsat til vials ved de forskellige analysemetoder.
- Alkaner blev normaliserede i forhold til tetradekan (C₁₄) ved liquid inj., SPME samt DHS, og dekan (C₁₀) ved SHS. FAMES i forhold til methyl decanoat (C₁₁), og PAH'erne i forhold til C₁₀, Naphthalen. Efterfølgende blev alle relative arealværdier plottet mod alle komponenter i den homologe serie for hhv. væskeinjektion, SHS, SPME, DHS samt FE-DHS.

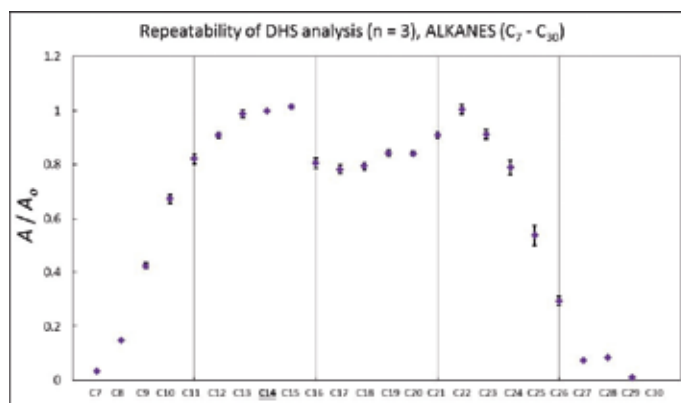
Resultater samt diskussion

Repeatability:

Vi har undersøgt "Repeatability" (gentageligheden) på alkaner, på tre parallelle DHS-analyser med et purge på 1.500 mL, figur 2. Der er god repeatability på de fleste alkaner, fra 0,6 til 7,7% RSD. Otte "high boilers" med små toparealer varierede fra 9,3-23,9%. Variationen af de relative toparealer ses i figur 3, for alkanerne.



Figur 2. Ionchromatogrammer (m/z 57, 71, 85 samt 99) for de gentagne DHS-analyser.

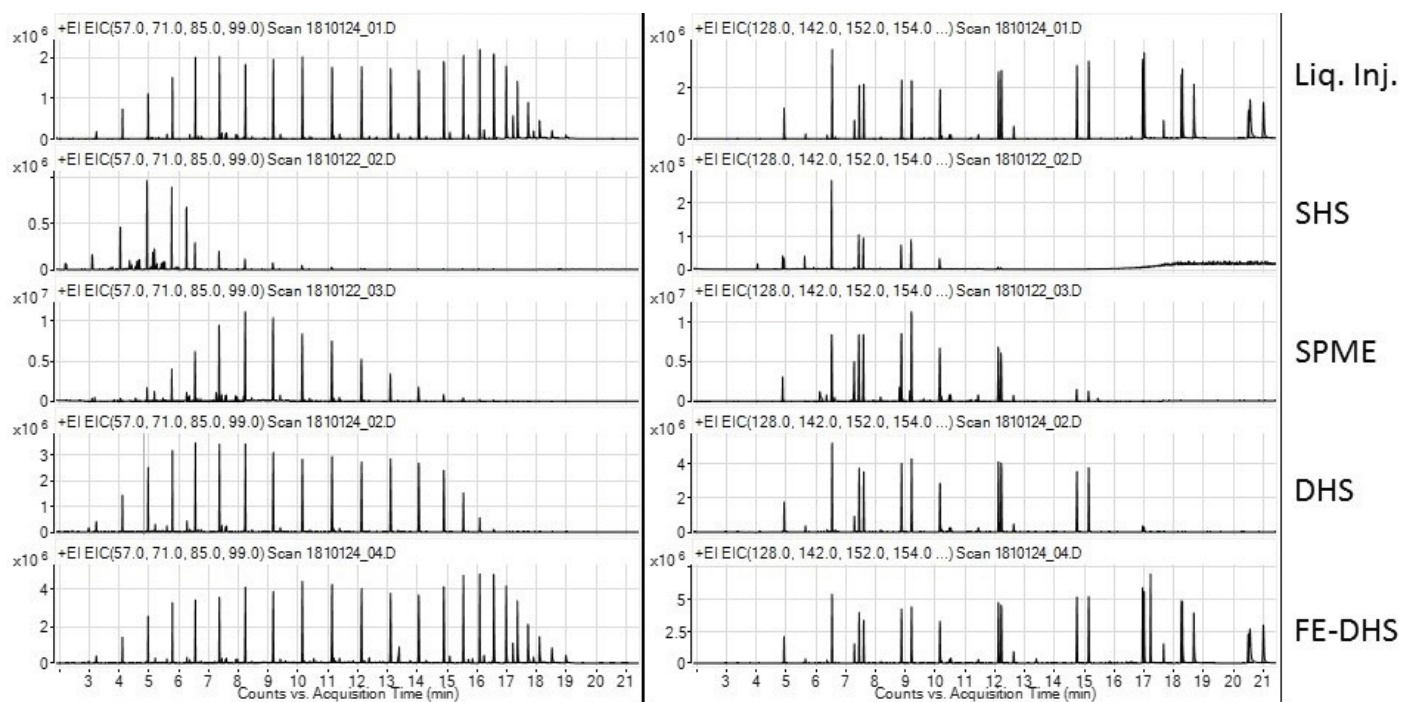


Figur 3. Repeatability (n=3) af de relative toparealer ved DHS-analysen med et purge volumen på 1.500 mL. Y-aksen viser toparealet af hver top relativt til toparealet af tetradekan.

Sammenligning af de tre headspace-teknikker

Ekstraktionseffektiviteten af de undersøgte teknikker blev sammenlignet med væskeinjektion. I figur 4 ses de ekstraherede ionchromatogrammer for alkanerne samt for PAH'erne for de forskellige ekstraktionsteknikker. Hvad angår statisk headspace er ekstraktionen af de små alkaner, som forventet, mere effektiv i forhold til resten af teknikkerne. Effektiviteten for hhv. SPME samt DHS er nogenlunde ens, hvor SPME er lidt mindre effektiv ved såvel de små komponenter som "high boilers". Med fully evaporative DHS (FE-DHS) kan der udføres kvantitativ ekstraktion af selv de højest kogende, der er medtaget i denne analyse.

Ekstraktionseffektiviteten kan illustreres yderligere ved at bruge de relative toparealer. I figur 5 ses de normaliserede toparealer for alkanerne, som spænder over et kogepunktsinterval fra 98-450°C og en molekylvægt fra 100-422 g/mol. Med SHS er ekstraktionen effektiv fra heptan (C₇) til dodekan (C₁₂), SPME er effektiv op til C₁₈, men recovery er først god fra C₁₂ og opefter. DHS er effektiv op til heneicosan (C₂₁), hvorefter den

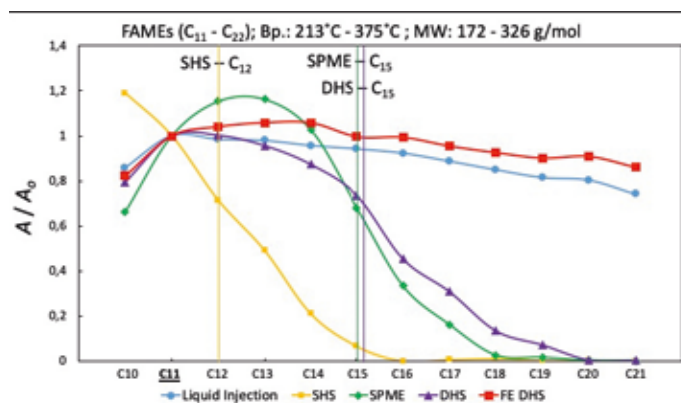


Figur 4. Ionchromatogrammer af alkaner (m/z: 57; 71; 85 og 99) samt af PAH'er (m/z: 128; 142; 152; 154; 165; 178; 202; 228; 252; 276 og 278).

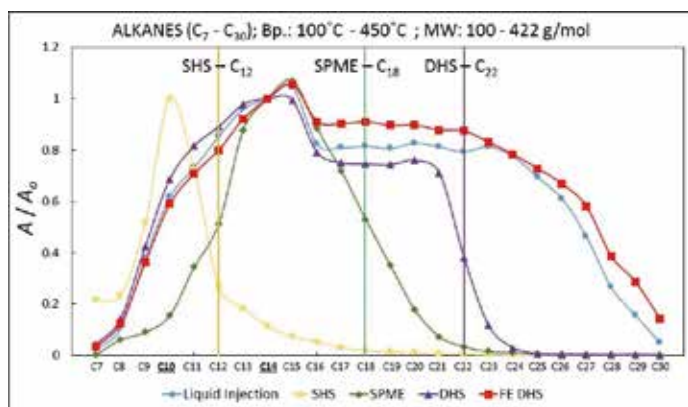
klinger af. FE-DHS derimod viser fuldstændig effektivitet helt op til C_{30} .

For FAMES ses der lignende resultater, se figur 6. SHS er mere effektiv for de små komponenter. SPME samt DHS er sammenlignelige i effektivitet og klinger begge af efter C_{15} . FE-DHS viser samme resultat som set ved alkanerne, altså komplet ekstraktion.

PAH'erne, figur 7, viser igen mere eller mindre de samme resultater som alkanerne. Hvad der er noget overraskende er dog, at selv [1,2,3-cd]pyren er effektivt ekstraheret med FE-DHS sammenlignet med væskeinjektionen. Dette kan skyldes, at højtliggende PAH'er sublimerer, og dette betyder ikke nødvendigvis, at alle komponenter med et kogepunkt $>500^\circ\text{C}$ vil kunne analyseres med FE-DHS.

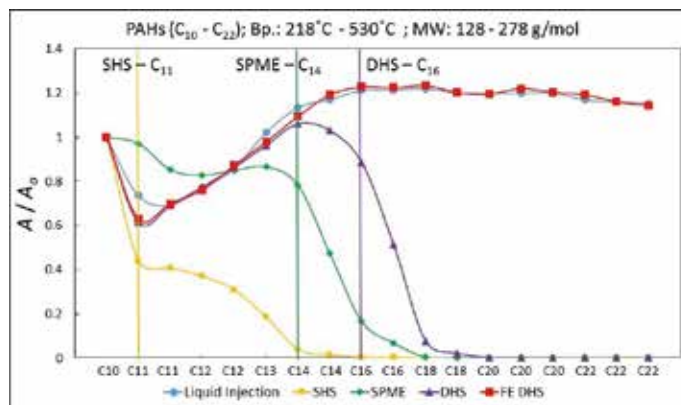


Figur 6. De relative toparealer af den homologe serie FAMES (normaliseret til C_{11}), vist for de forskellige headspace ekstraktionsteknikker.



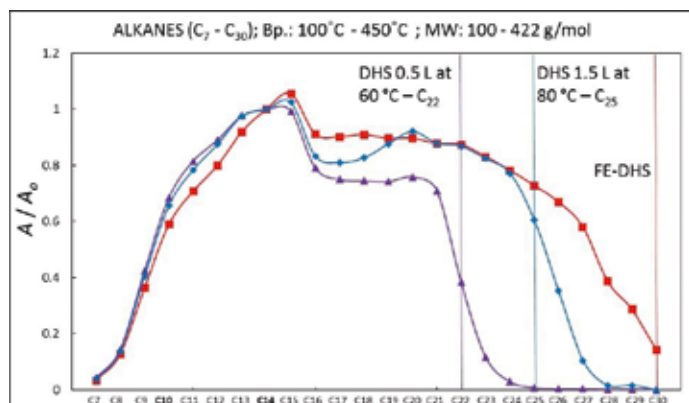
Figur 5. De relative toparealer af den homologe serie alkaner (normaliseret til C_{10} og C_{14}), vist for de forskellige headspace ekstraktionsteknikker.

De fundne resultater af analyserne er ikke overraskende hvad angår SHS samt SPME. Det er almindelig kendt, at statisk headspace ikke rækker langt op i molvægt, og at følsomheden ikke er overvældende i forhold til for eksempel SPME. SPME er en i mange tilfælde en effektiv headspace ekstraktionsme-



Figur 7. De relative toparealer af PAH-serien (normaliseret til naphthalen), vist for de forskellige headspace ekstraktionsteknikker.

tode, og da der er en bred række af stationære faser at vælge imellem, er der mange muligheder for ekstraktion. Prisen er naturligvis, at der er en vis selektivitet, afhængigt af valget af den stationære fase på nålen. Prismæssigt er begge metoder også absolut overkommelige. Dynamisk headspace er lidt i en anden vægtsklasse, men omvendt viser ovenstående, at bredden i teknikken er stor.



Figur 8. Det relative topareal af den homologe serie af alkaner (normaliseret til C₁₄), for de tre forskellige ekstraktionstyper vist i tabel 1.

De klassiske områder har altid været fødevarer samt miljø-analyser, men på grund af det brede molvægtsanalyseområde er der også store muligheder for egentlig faststofanalyse, fra industrielle råvarer til mikrobiologisk emittering over agar.

Dette er et analyseområde som tidligere har givet store udfordringer for GC-teknikken, idet GC(-MS) systemer typisk er designet og opbygget til "1 µL injektioner". Det skal her bemærkes (det er vores erfaring), at der til en vis grad kan kompenseres for en højere temperatur, til ekstraktion af større komponenter, ved en længere purgetid med et højere flow. I figur 8 vises alkanerne analyseret ud fra parametrene i tabel 1, side 24.

E-mail:

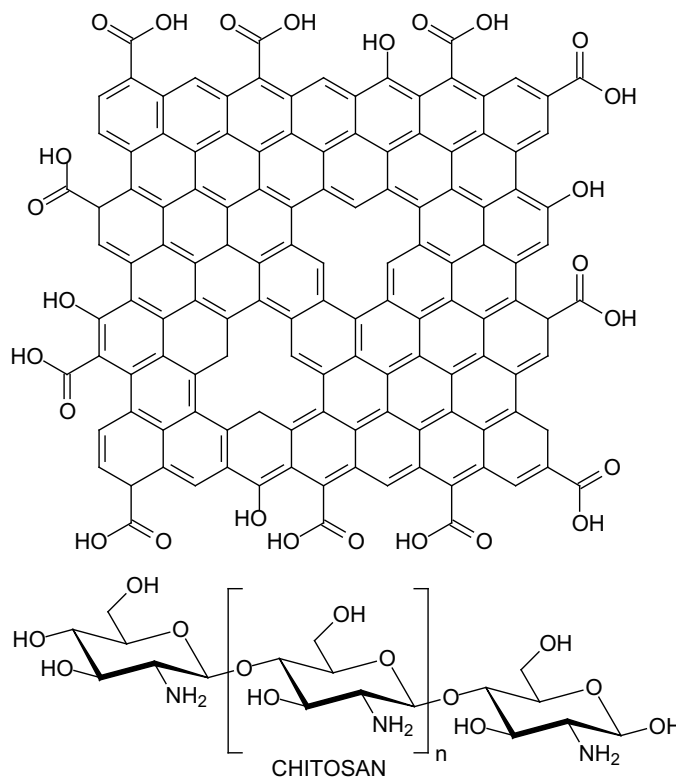
Jens Glastrup: jens@msconsult.dk

Referencer:

1. Grob, D.K. *Split and Splitless Injection for Quantitative Gas Chromatography: Concepts, Processes, Practical Guidelines, Sources of Error*. 2001. DOI: 10.1002/9783527612871.
2. Ettre, B.K.L.S., *Static Headspace-Gas Chromatography: Theory and Practice, Second Edition*. 2006: John Wiley & Sons, Inc.
3. Jun, T, S. Kikua, O. Nobuo: *HIT it -targeting VOCs and SVOCs*, in GERS-TEL Solutions, vol.: 13, 2012, p. 14-16.
4. Pawliszyn, J., 2 - *Theory of Solid-Phase Microextraction*, in *Handbook of Solid Phase Microextraction*, J. Pawliszyn, Editor. 2012, Elsevier: Oxford. p. 13-59.
5. Pawliszyn, J., 3 - *Development of SPME Devices and Coatings*, in *Handbook of Solid Phase Microextraction*, J. Pawliszyn, Editor. 2012, Elsevier: Oxford. p. 61-97.
6. Pawliszyn, J., et al., 5 - *Automated SPME Systems*, in *Handbook of Solid Phase Microextraction*, J. Pawliszyn, Editor. 2012, Elsevier: Oxford. p. 135-165.
7. Boczkaj, G., P. Makoś, and A. Przyjazny, *Application of dynamic headspace and gas chromatography coupled to mass spectrometry (DHS-GC-MS) for the determination of oxygenated volatile organic compounds in refinery effluents*. Analytical Methods, 2016. 8(17): p. 3570-3577.
8. Vercruyssen, E., *Dynamic headspace (DHS) technique: set-up and parameter control for GC/MS analysis of odorant formulations*. 2014.

Nyt om ...

... Graphen som hårfarvningsmiddel



Hårfarvning foregår normalt ved, at man med base åbner hårets porer, så farvemidlet kan trænge ind i håret. Farvemidlet består som regel af aromatiske aminer og phenoler som f.eks. *p*-phenylendiamin og *p*-aminophenol samt et oxidationsmiddel, som oftest hydrogenperoxid. De anvendte aminer er ofte allergener og cancerogene. Det er nu vist, at man kan dække



hårets overflade med flager af graphenoxid opslæmmet i vand sammen med ascorbinsyre og biopolymeren chitosan. Flagerne binder fast til håret og udviser først blegning efter mere end 30 gange hårvask med shampoo. Graphenoxidet fremstilles ved behandling af graphit med svovlsyre og natriumnitrat, hvorefter det kan funktionaliseres med forskellige grupper. Man kan med metoden give håret forskellige nuancer af brunt og sort.

Carl Th.

Multifunctional Graphene Hair Dye, *Chem*, 4, April 12, 2018 side 1. DOI: 10.1016/j.chempr.2018.02.021.

Unibio indgår produktafprøvningsaftale

Unibio har indgået en aftale med Petronas Chemicals Group Berhad om produktafprøvning af Uniprotein rettet mod det sydøstasiatiske marked. Afhængigt af resultaterne af produktafprøvningsaftalen vil parterne overveje sammen at gennemføre en konsekvensberegning for at vurdere potentialet i et fremtidigt samarbejde.

- Unibios fermenteringsteknologi er baseret på omdannelsen

af naturgas til et højkoncentreret proteinprodukt, Uniprotein, ved bakteriel fermentering. Unibio glæder sig derfor over produktafprøvningsaftalen for Uniprotein med Petronas Chemicals Group Berhad, Malaysias førende integrerede kemikalieproducent, og vi ser frem til at se resultatet af produktafprøvningsaftalen, siger Unibios CEO Henrik Busch-Larsen.

Grænseværdi for chrom 6 skal vurderes igen

Grænseværdien for stoffet Chrom 6 ligger muligvis for højt. Det peger beregninger i Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø (NFA) på. Derfor har Arbejdstilsynet bedt NFA komme med et videnskabeligt dokumentationsgrundlag for, om grænseværdien for Chrom 6 skal strammes.

Stoffet Chrom 6 findes blandt andet i pigmenter, maling og metalbelægninger. Chrom 6 er kræftfremkaldende, og derfor har såvel Danmark som EU sat en grænseværdi for stoffet.

EU har indtil 17. januar 2025 en grænseværdi, der er lempeligere end den danske, og herefter er de ens. Nye beregninger i NFA medfører imidlertid, at NFA vurderer, at den gældende grænseværdi, som er sat i Danmark og EU, muligvis er for lempelig. Arbejdstilsynet har på den baggrund bedt NFA gennemgå litteraturen og komme med et videnskabeligt, helhedsbaseret forslag til en revideret grænseværdi.

Det forventes, at NFA's vurdering af grænseværdien for Chrom 6 ligger klar i februar 2019. Herefter skal et kvalitetsudvalg af uafhængige forskere tage stilling til, om der er videnskabeligt grundlag for at følge NFA's forslag.

Hvis Chrom 6 på en virksomhed kan fjernes eller erstattes med et mindre farligt stof, skal det ifølge arbejdsmiljøreglerne ske. Desuden er der krav om brug af personlige værnemidler, når det ikke er muligt helt at undgå stoffet i arbejdsmiljøet. Grænseværdier for stoffer som Chrom 6 er baseret på, at man arbejder med stoffet hver dag i løbet af et helt arbejdsliv på 40 år, uden at risikoen er blevet reduceret for eksempel gennem brugen af værnemidler.

Kilde: via Ritzau



Strøm til oliefelter kan hente ekstra olie op

Den danske opstartsvirksomhed EOR Technologies har udviklet en ny teknologi, som har stort potentiale til at kunne revitalisere produktionen i gamle oliefelter på land. Metoden bygger på anvendelse af elektricitet til at øge olieproduktionen fra eksisterende oliebrønde, uden behov for bekostelige om- eller tilbygninger, hvilket gør metoden særligt attraktiv for felter på land. Efter laboratorietest på Teknologisk Institut skal metoden nu afprøves i praksis.

Teknologien anvender eksisterende oliebrønde som elektroder, når EOR Technologies ved at bruge en strømforsyning, laver oliereservoiret om til en kolossal elektrokemisk celle.

- På de eksisterende (og ofte meget gamle) oliebrønde kan

vi bruge strøm til at gøre den tilbageværende olie i reservoiret mere tyndflydende og samtidig øge væskestrømmen, så olieproduktionen forbedres kraftigt. Vores hemmelighed ligger i en årelang erfaring med elektrokemiske processer, der gør os i stand til at tilpasse de elektriske parametre til jordforholdene på en ny og innovativ måde, og denne teknologi er vi altså ved at patentere globalt, forklarer Søren Laungaard, CEO for EOR Technologies.

De første feltstudier har demonstreret evnen til at 2-10 doble den daglige olieproduktion, vel at mærke uden behov for store investeringer eller -driftsomkostninger.

Kilde: Teknologisk Institut

Tilberedning af fonder og supper (100-120°C)

Af Jens Folke, lean6sigma.eu

Det tager ofte timer at lave gode supper og bouilloner. Derfor kan det være fristende at ty til bouillonterninger a la Maggi eller Knorr. Bouillonterninger har dog en høj saltprocent (> 50 procent) og indeholder sjældent ret meget af den påskrevne ingrediens (kylling, okse osv.), men i stedet en del E-numre, som godt nok er godkendte til fødevarer, men altså ikke hører hjemme i mit køkken [1].

Jeg tager derfor tørrnen og laver mine egne supper og bouilloner. Som nogen måske ved, kan jeg godt lide at få mit kød hjem som hele lam, geder og hjortevildt, samt halve økogrise og andre kødstykker fra fritgående klovdyr (se DK 2016(11)).



Foto 1.

Her får jeg så ben og afpuds til at lave bouilloner. På samme måde køber jeg hele fritgående kyllinger, skærer brysterne af; og gemmer i det hele taget skrog og ben, til jeg har en passende portion, som jeg så koger til bouillon med løg og suppeurter (se DK 2017(4)).

Den klassiske franske suppetilberedning sker ved, at en passende blanding af kød, fjerkræ, fisk og grøntsager langsomt opvarmes til 90-95°C og holdes der i kortere eller længere tid - ofte timer, idet koagulerede proteinstoffer afskummes hyppigt undervejs i processen. Typisk simrer en kalvebouillon i mange timer ved 90-95°C for at trække gelatine ud af brusk-leddene. Når knoglerne falder fra hinanden, er brusken lavet til gelatine,

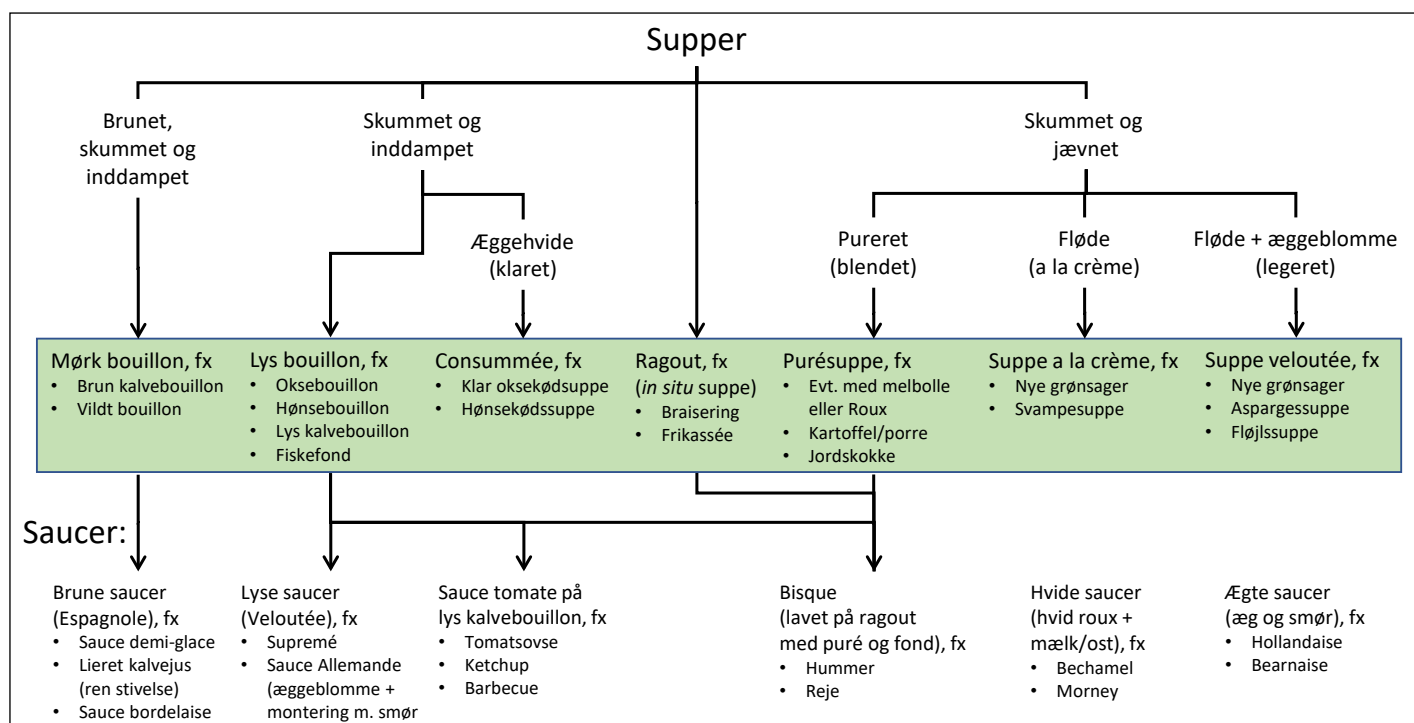
og fonden er færdig. For fiskefond er kogetiden ofte meget kortere; dels er knoglerne mindre, dels danner de bitterstoffer ved længere tids kogning.

Mange kokke har forsøgt at lave et hierarkisk overblik over kogeprocessen, startende med en suppe. Her er mit bud på en sådan sammenfatning, figur 1.

Færdige supper tilberedes enten fra suppen ved jævning eller inddampning af den filtrerede grundsuppe, hvilket giver de seks grundtyper plus ragouten, som er vist på figuren. Ved saltning af suppen/bouillonon kan yderligere protein-urenheder udfælde, som vi kender det fra kemilaboratoriet. Ønskes en klar bouillon efter inddampning, er det derfor hensigtsmæssigt at tilsmage den med salt, før den bruges i den videre tilberedning. Den helt klare suppe er consommé, som er efterklaret ved langsom genopvarmning af den færdige bouillon med æggehvider og følgende filtrering gennem et ostelærred.

Til tre af Escoffiers fem grundtyper af sovse: Espagnole, Velouté og Tomate bruges en bouillon fra skemaet, som kan jævnes med gelatine, stivelse (meltyper), fløde og/eller æggebomme (se DK 2017 (3&4)).





Figur 1. Klassificering af supper, bouilloner og dertil hørende saucer.



Nogle supper er lidt vanskelige at passe ind i skemaet, for eksempel en ragout, der er en klassisk sammenkogt ret, hvor blandinger af kød, fjerkræ, fisk, skaldyr eller grøntsager tilberedes i en krydret stuvning af fedtstof, mel og væske. Man tilbereder så at sige suppen *in situ* i ét trin. I mørk ragout brunes kødet først; i lys ragout (en fricassée) vendes ingredienserne ganske kort i fedtstof eller koges, inden de jævnes (stuves).

En bisque er en suppe baseret på tilberedning af en ragout, hvor man så kan tilsætte en fond og puré, altså en mere kompleks proces. De hvide béchamel-saucer er i hovedtræk baseret på mejeriprodukter uden bouilloner, og de ægte saucer er smørbaserede med æggeblommens lecitin som jævner (hollan-

daise-typer (se DK 2017 (5)). De hvide og de ægte saucer falder således uden for skemaet med supper, men er taget med på figuren for helheden.

Når jeg laver specielt brune bouilloner, forkorter jeg ofte kogetiden ved at anvende en trykkoger ved $\approx 120^{\circ}\text{C}$ (2 atm). Det forkorter tiden med en faktor 3-3,5 og giver en meget klar, brun suppe, idet Maillard-reaktioner bruner suppen i trykkogeren uden behov for at brune benene først, se foto 1. Den brune suppe på billedet er lavet på lammerygben, porre, gulerod, knoldselleri og persillestilk, som er kogt i to timer ved 120°C og hældt igennem en almindelig sigte. Læg mærke til, hvor klar suppen er, i betragtning af at den ikke er afskummet under kogningen; blot sigtet efter afkøling til ca. 50°C . Når man derefter inddamper suppen, får man den klassiske franske bouillon, der ikke har så mange dufte, da de lavmolekylære lipofile og flygtige stoffer er afdestilleret med vanddampen (vanddamp-destillation er en klassisk oprensningss metode fra kemilaboratoriet), som forklaret i DK 2017(4). Derfor bør fonder bruges i retter, der skal tilsmages med krydderurter og friske grøntsager eller svampe før serveringen. Jeg brugte den inddampede bouillon til en svampesauce lavet med smørsauterede Karl-Johan svampe og skalotteløg og tilsmagt med fløde, citronsaft, salt, peber og gastrik.

Jeg har inkluderet links til Samvirke og DR for de, der er interesseret i supper og suppetricks [2,3].

Facebook-gruppe: Køkkenkemisten

E-mail:
Jens Folke: jens.folke@lean6sigma.eu

Links

1. <https://samvirke.dk/artikler/10-ting-du-maske-ikke-vidste-om-bouillon>
2. <https://samvirke.dk/artikler/20-suppeopskrifter>
3. <https://www.dr.dk/mad/artikel/8-suppe-tricks-der-slaar-benene-vaek-under-dine-gaester>

Leverandørregister

Analyse

A

Automatisk steril prøveudtagning



RAMCON A/S
Tidligere Svanholm.com
Tlf. 45 94 20 00
ramcon@ramcon.dk
www.ramcon.dk
Automatisk steril udtag og håndtering af prøver fra Upstream og Downstream

E

Elektrospinning og elektrospinning



RAMCON A/S
Tidligere Svanholm.com
Tlf. 45 94 20 00
ramcon@ramcon.dk
www.ramcon.dk
Coating af partikler/dråber som fibre og Nano/mikro-partikler. Fra Lab til GMP

F

Fermentering og cellekultur-udstyr



RAMCON A/S
Tidligere Svanholm.com
Tlf. 45 94 20 00
ramcon@ramcon.dk
www.ramcon.dk
Nordens største sensor og analyser udvalg til lab, pilot og proces

FTIR-udstyr



Bruker Nordic AB
Vallgatan 5
SE-17067 Solna
Tlf. +46 8 655 25 10 -
Fax +46 8 655 25 99
www.bruker.com

L

Laboratoriearmaturer

Broen LAB A/S
Drejervænget 2
5610 Assens
Tlf. 63 76 63 76
lab@broen-lab.com
www.broen-lab.com

M

Massespektrometre, proces



RAMCON A/S
Tidligere Svanholm.com
Tlf. 45 94 20 00
ramcon@ramcon.dk
www.ramcon.dk
Svanholm.com er distributør af Thermo Scientific proces MS

Massespektrometre



RAMCON A/S
Tidligere Svanholm.com
Tlf. 45 94 20 00
ramcon@ramcon.dk
www.ramcon.dk
MS til fermenterings-offgas samt styring af farmaceutisk vakuumbtørring

N

NIR-analyse/-udstyr



Bruker Nordic AB
Vallgatan 5
SE-17067 Solna
Tlf. +46 8 655 25 10 -
Fax +46 8 655 25 99
www.bruker.com



RAMCON A/S
Tidligere Svanholm.com
Tlf. 45 94 20 00
ramcon@ramcon.dk
www.ramcon.dk
Online proces NIR til R&D og GMP i pulvertørring og pulver-opblanding

O

Opvaskemaskiner



KEN HYGIENE SYSTEMS A/S
Bøgebjergvej 60, Brobyværk
5672 Broby
Tlf. 62 63 10 91
www.ken.dk

R

RAMAN-udstyr



RAMCON A/S
Tidligere Svanholm.com
Tlf. 45 94 20 00
ramcon@ramcon.dk
www.ramcon.dk
Håndholdte (ID) + transportable Raman spektrometre med høj nøjagtighed

S

Sterile CO₂-inkubator arbejdsbænke



RAMCON A/S
Tidligere Svanholm.com
Tlf. 45 94 20 00
ramcon@ramcon.dk
www.ramcon.dk
Baker Ruskinn hypoxia Workbench kombinerer LAF og CO₂-inkubator

Produktion

Ø

Øjenskyll



Help Care Company ApS
Industrivej 19
8881 Thorsø
Tlf. 22 20 30 64
info@helpcarecompany.dk
www.helpcarecompany.com

Service & miljø

P

Patenter



Chas. Hude A/S
H.C. Andersens Boulevard 33
1780 København V
Tlf. 33 19 34 00 - Fax 33 19 35 00
chashude@chashude.com
www.chashude.dk

Software

A

Arbejdspladsbrugs- anvisninger og etiketter



CHYMEIA ApS

Universitetsparken 2
4000 Roskilde
Tlf. 72 40 16 22
info@chymeia.dk
www.chymeia.dk
APB/SDS software med beregning af
CLP klassificeringer

**Har du spørgsmål ang.
leverandørregistret,
så kontakt venligst
Heidi Thode på enten
tlf. 43 24 26 62 eller på
ht@techmedia.dk**

**Du kan også finde mere
information på vores
hjemmeside:
www.techmedia.dk**

**Du kan også finde
dansk kemi her:**

www.kemifokus.dk

**www.facebook.com/
UNG.KEMI**



2nd Nordic Conference On Ceramic And Glass Technology

This conference aims at inspiring and bringing together younger and more experienced researchers and professionals with an interest in materials science, solid state chemistry, glass and ceramic processing.

From a Scandinavian perspective this 2-day conference aims at inspiring and bringing together younger and more experienced researchers and professionals with an interest in materials science, solid state chemistry, thermal analysis, and glass and ceramic processing.

The conference is organized by the

Danish Ceramic Society (DAKS) and Nordic Society for Thermal Analysis and Calorimetry (NoSTAC/DaSTA Working Party in IDA Kemi) and endorsed by Swedish Ceramic Society, Norwegian Ceramic Society, and RISE Research Institutes of Sweden.

10-11 December 2018 at 8:30 in Roskilde.

Read more on <https://universe.ida.dk/arrangement/2nd-nordic-conference-on-ceramic-and-glass-technology-329440/>.

Ingeniørforeningen, IDA, Kalvebod Brygge 31-33, 1780 København V
Tlf.: 33 18 46 34, Anne Dalgaard
website: ida.dk, e-mail: ada@ida.dk

Mødekalender (8) 2018

28.11. 2018 Kemisk Forening, Foredrag og Generalforsamling.

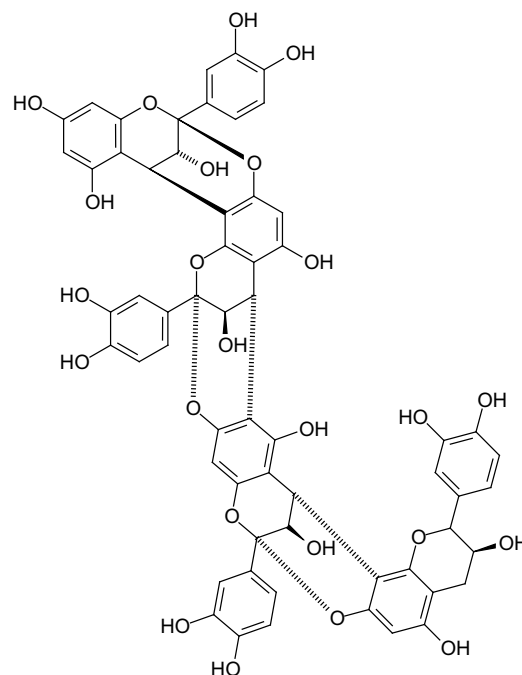
Nyt om ...

... Barkekstrakt styrker tænderne



Tænders overflade kan repareres med syntetiske materialer, men reparationerne revner eller falder ofte af efter 5-8 år. Det er observeret, at en ekstrakt af bark styrker sammenhængen mellem reparationen og tanden. Det er vist, at ekstrakter af fyrebark danner kemisk cross-link med collagenet i dentinen, og dermed forøges hårdheden med op til 10 gange. Man har nu vist, at denne cross-linking sker ved hjælp af proanthocyanidiner som den viste.

Carl Th.



TETRAMER PROANTHOCYANIDIN

Subtle Shifts Explain the NMR Fingerprints of Oligomeric Proanthocyanidins with High Dentin Biomodification Potency, *Journal of Organic Chemistry* 80, 2015, side 7495. DOI: 10.1021/acs.joc.5b01082. Dentin biomodifications: Strategies, renewable resources and clinical applications, *Dental Materials* 30 (1), 2014, side 62. DOI: 10.1016/j.dental.2013.10.0012.



BEDRE VAND, MILJØ OG KLIMA

Få stærk rådgivning af vores eksperter til:

- Optimering og styring af udledning
- Test af renseteknologier til spildevand
- Grænseværdier og vurdering af miljøfremmede stoffer
- Dokumentation af krav og sikkerhed for kemi
- Analyser af klimascenarier
- Sensorer og monitorering af vand

DHI repræsenterer mere end 50 års viden og innovative forskningsresultater i vand, miljø og sundhed samt praktisk erfaring fra projekter i mere end 140 lande.

Kontakt os for at høre mere

4516 9200

dhi@dhigroup.com

www.dhigroup.com

The expert in **WATER ENVIRONMENTS**